

ÖZET**KURŞUN ASİTLİ BATARYANIN İZABESİZ GERİ DÖNÜŞÜMÜ İÇİN CİHAZLAR VE YÖNTEMLER**

Buluşun alanı, özellikle sulu solüsyonlar kullanan ve izabe gerektirmeyen ve kesintisiz şekilde gerçekleştirilebilen cihazlar ve yöntemler ile ilgili olduğundan dolayı 5 kurşun asitli bataryaların geri dönüşümüdür.

İSTEMLER

1. Kurşun asitli bataryalardan kurşun materyalleri işlemeye ilişkin bir yöntem olup, özelliği;

5 ızgara kurşun ve aktif materyal kurşun içeren kurşun materyallerin sağlanmasını içermesi, burada aktif materyal kurşunun kurşun sülfat içermesi ve kurşun materyallerin, kurşun iyonu zenginleştirilmiş bir elektro işleme solventi oluşturmak üzere seçici olarak aktif materyal kurşunu ve katı ızgara kurşunu çözmek için bir elektro işleme solventi ile temas ettirilmesini içermesi;

10 burada elektro işleme solventinin 7'den az bir pH'a sahip olan, bir alkan sülfonik asit ve bir şelatörün bir sulu solüsyonu olması;

kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinden ızgara kurşunun en azından bir kısmının uzaklaştırılmasını; ve

15 yüksek saflıkta kurşun ve rejenere elektro işleme solventi oluşturmak için kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventindeki kurşun iyonlarının bir katot üzerinde indirgenmesini içermesidir.

2. İstem 1'e göre yöntem olup, özelliği; aktif materyal kurşunun önceden kükürdünün uzaklaştırılmaması veya burada elektro işleme solventinin ağırlıkça % 5 ve 50 arasında bir miktarda alkan sülfonik asit ve ağırlıkça % 0,5 ve 20 arasında bir miktarda şelatör içermesi veya burada katodun kurşun iyonlarının indirgenmesi adımı 20 sırasında kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventine göre taşınmasıdır.

3. İstem 1'e göre yöntem olup, özelliği; kurşun iyonlarını indirgemenin, katottan yüksek saflıkta kurşunun en azından bir kısmını uzaklaştırmaya ilişkin başka bir adımla eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesi veya burada kurşun iyonlarını indirgemenin, 5 g/cm³'ten az bir yoğunluğa sahip olan bir mikro veya nano gözenekli 25 karışık matris oluşturan koşullar altında gerçekleştirilmesidir.

4. İstem 1'e göre yöntem olup, özelliği; ayrıca sülfat ve/veya kurşundan başka bir metal iyonunu rejenere elektro işleme solventten uzaklaştırmaya ilişkin bir adımı içermesi veya ayrıca kurşun materyallerin elektro işleme solventi ile temas ettirilmesi adımında rejenere elektro işleme solventinin en azından bir kısmını kullanmaya ilişkin 30 bir adımı içermesidir.

5. İstem 1'e göre yöntem olup, özelliği; kurşun materyallerin sağlanmasına, kurşun materyallerin temas ettirilmesine, ızgara kurşunun en azından bir kısmının uzaklaştırılmasına ve kurşun iyonlarının uzaklaştırılmasına ilişkin adımların kesintisiz bir şekilde işlemeye olanak sağlamak için gerçekleştirilmesidir.

5 6. Bir kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinden kesintisiz ve elektrokimyasal olarak yüksek saflıkta kurşun üretmeye ilişkin bir yöntem olup, özelliği;

7'den az bir pH'a sahip olan, bir alkan sülfonik asit ve bir şelatör içeren bir sulu solüsyon olan bir kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi sağlanmasını;

10 bir anot ve bir katot içeren bir elektrolitik hücre sağlanmasını içermesi, burada elektrolitik hücrenin anot ve katot arasında bir membran veya başka ayırıcı içermemesi;

yapışkan yüksek saflıkta kurşun ve bir rejenere elektro işleme solventini şelatörün belirgin anodik yıkımı olmadan oluşturmak için kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro

15 işleme solventindeki kurşun iyonlarının bir katot üzerinde indirgenmesini içermesi, bunun 12 saatlik kesintisiz operasyon başına % 10'dan az şelatör anlamına gelmesi;

yapışkan yüksek saflıkta kurşun katodun bir kısmından uzaklaştırılırken kurşun iyonlarının katodun başka bir kısmı üzerinde indirgenmesini;

20 rejenere elektro işleme solventin en azından bir kısmının kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinin en azından bir kısmını bu şekilde üretmek için ızgara kurşun ve aktif materyal kurşun içeren kurşun materyaller ile temas ettirilmesini içermesidir.

25 7. İstem 6'ya göre yöntem olup, özelliği; ayrıca kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi oluşturmak için bir elektro işleme solventinde aktif materyal kurşunun çözülmesine ilişkin bir adımı içermesi veya ayrıca rejenere elektro işleme solventinden sülfat ve/veya kurşundan başka bir metal iyonunu uzaklaştırmaya ilişkin bir adımı içermesidir.

30 8. İstem 7'ye göre yöntem olup, özelliği; aktif materyal kurşunun önceden kükürdünün uzaklaştırılmaması veya burada kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinin ağırlıkça % 5 ve 50 arasında bir miktarda alkan sülfonik asit ve ağırlıkça % 0,5 ve 20 arasında bir miktarda şelatör içermesi veya burada katodun

kurşun iyonlarının indirgenmesi adımı sırasında kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventine göre taşınmasıdır.

5 **9.** İstem 7'ye göre yöntem olup, özelliği; yüksek saflıkta kurşunun en az % 98'lik bir saflığa sahip olması veya burada yapışkan yüksek saflıkta kurşunun soyulmayan bir şekilde bir toplayıcı yüzeyi tarafından uzaklaştırılması ve burada toplayıcı yüzeyin katota yakın yerleştirilmesi veya burada yapışkan yüksek saflıkta kurşunun 5 g/cm³'ten az bir yoğunluğa sahip olan bir mikro veya nano gözenekli karışık matris olmasıdır.

10 **10.** Bir üretim ara ürünü olup, özelliği; (a) bir alkan sülfonik asit, bir şelatör içeren bir sulu solüsyon olan ve 7'den az pH'a sahip olan bir kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi içermesi, burada solventin solüsyonun ağırlıkça % 5 ve 50'si arasında bir miktarda alkan sülfonik asit ve solüsyonun ağırlıkça % 0,5 ve 20'si arasında bir miktarda şelatör içermesi ve (b) çözünmemiş katı ızgara kurşun ve kurşun sülfat içeren çözünmüş aktif materyal kurşun içermesidir.

15 **11.** İstem 10'a göre üretim ara ürünü olup, özelliği; alkan sülfonik asidin metan sülfonik asit olması ve ağırlıkça % 15 ve 35 arasında bir miktarda bulunması veya burada şelatörün EDTA (etilen diamin tetraasetik asit) olması ve ağırlıkça % 1 ve 10 arasında bir miktarda bulunması veya burada aktif materyal kurşunun önceden kükürdünün uzaklaştırılmamasıdır.

20 **12.** Bir kurşun bileşimi olup, özelliği; en az % 98'lik bir saflığa sahip olan katı kurşun, moleküler hidrojen ve bir alkan sülfonik asit, bir şelatör içeren ve 7'den az bir pH'a sahip olan bir sulu solüsyon olan bir kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi içermesi, burada katı kurşunun, hidrojenin ve elektro işleme solventin 5 g/cm³'ten az bir yoğunluğa sahip olan bir mikro veya nano gözenekli karışık matris 25 oluşturması, burada elektro işleme solventinin pH'ının 7'den az olmasıdır.

13. İstem 12'ye göre kurşun bileşimi olup, özelliği; karışık matrisin 3 g/cm³'ten az bir yoğunluğa sahip olması veya burada karışık matrisin 1 g/cm³'den az bir yoğunluğa sahip olmasıdır.

30 **14.** İstem 12'ye göre kurşun bileşimi olup, özelliği; elektro işleme solventinin ağırlıkça % 5 ve 50 arasında bir miktarda alkan sülfonik asit ve ağırlıkça % 0,5 ve 20 arasında bir miktarda şelatör içermesidir.

15. İstem 14'e göre kurşun bileşimi olup, özelliği; alkan sülfonik asidin metan sülfonik asit olması ve burada şelatörün EDTA (etilen diamin tetraasetik asit) olmasıdır.

16. Kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinin bir sulu solüsyon olduğu ve bir alkan sülfonik asit, bir şelatör içerdiği ve 7'den az bir pH'a sahip olduğu bir kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinden yüksek saflıkta kurşun üretmek için bir elektrolizör olup, özelliği;

bir şelatör içeren bir kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi içeren bir elektrolitik hücre;

10 her ikisi de anot ve katodun kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi ile temasına olanak sağlamak için elektrolitik hücrede en azından kısmen düzenlenen bir ant ve bir katot içermesi; burada elektrolitik hücrenin anot ve katot arasında bir membran veya başka ayırıcı içermemesidir;

15 elektrolizöre faal olarak bağlanan ve katodun bir yüzeyine yakın olarak yerleştirilen ve katodun yüzeyinden yapışkan yüksek saflıkta kurşunu soymayan bir şekilde ve 12 saatlik kesintisiz operasyon başına % 10'dan az şelatör kaybı anlamına gelen, şelatörün belirgin anodik yıkımı olmadan toplamak için konfigüre edilen bir kurşun toplayıcı içermesidir.

17. İstem 16'ya göre elektrolizör olup, özelliği; anodun rutenyum oksit ile kaplanan bir titanyum anot olması ve burada katodun bir alüminyum katot olmasıdır.

18. İstem 16'ya göre elektrolizör olup, özelliği; katodun kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventine göre taşınmak için konfigüre edilmesi veya burada katodun bir dönen disk şeklinde katot olması veya burada katodun disk şeklinde katot üzerinde bir mikro veya nano gözenekli karışık matriste yapışkan yüksek saflıkta kurşun oluşumuna olanak sağlamak için etkili bir hızda dönmesidir.

19. İstem 16'ya göre elektrolizör olup, özelliği; ayrıca yapışkan yüksek saflıkta kurşunu soymayan bir şekilde uzaklaştırmak için konfigüre edilen ve katoda yakın yerleştirilen bir toplayıcı yüzey içermesi veya ayrıca sülfatın ve/veya kurşundan başka bir metal iyonunun solventten uzaklaşmasına olanak sağlamak için konfigüre edilen ve hücreye akışkan olarak birleşen bir solvent koşullama birimi içermesidir.

TARİFNAME

KURŞUN ASİTLİ BATARYANIN İZABESİZ GERİ DÖNÜŞÜMÜ İÇİN CİHAZLAR VE YÖNTEMLER

Buluşun Alanı

- 5 Buluşun alanı, özellikle sulu solüsyonlar kullanan ve izabe gerektirmeyen ve kesintisiz şekilde gerçekleştirilebilen cihazlar ve yöntemler ile ilgili olduğundan dolayı kurşun asitli bataryaların geri dönüşümüdür.

Buluşun Arka Planı

- 10 Arka plan açıklaması, mevcut buluşun anlaşılmasında faydalı olabilen bilgiyi içermektedir. Burada sağlanan bilgilerin herhangi birinin önceki teknik olduğu veya halihazırda hak talebinde bulunulan buluş ile ilgili olduğu ya da spesifik olarak veya açıkça referans olarak verilen herhangi bir yayının önceki teknik olduğu kabul edilmemektedir.

- 15 Kurşun asitli bataryalar (LAB'ler) günümüzde kullanılan tek büyük batarya sınıfıdır. Bunlar otomobil motorlarını başlatmak, veri merkezlerine acil durum destek gücü sağlamak ve istif aracı ve golf arabaları gibi endüstriyel ve eğlence araçlarına güç vermek arasında değişen uygulamalar için önemlidir. Herhangi bir başka batarya tipinin aksine LAB'ler neredeyse % 100 geri dönüştürülmektedir ve bu özellik kurşunu en çok geri dönüştürülen mal haline getirmektedir. LAB üretimi yıllık olarak her yıl 20 yaklaşık % 5'lik bir ortalama hızda artarken yeni kurşunun cevherden üretimi kurşun açısından zengin cevher depoları tükendiğinden dolayı giderek zor bir hale gelmektedir. Şaşırtıcı olmayan bir şekilde kurşun geri dönüşümüne yönelik yeni ve daha etkili yöntemlere acilen ihtiyaç vardır.

- 25 Ne yazık ki LAB'lerden mevcut kurşun geri dönüşümünün tamamı ya da neredeyse tamamı halen cevher gövdelerinden kurşun üretmek için orijinal olarak 2000 sene önce geliştirilen kurşun izabe teknolojisine dayanmaktadır. Kurşun izabesi içerisinde kurşun, kurşun oksitler ve diğer kurşun bileşiklerinin yaklaşık 1600 °F'a ısıtıldığı ve daha sonra oksitleri, sülfatları ve diğer kurşun olmayan malzemeleri uzaklaştırmak için çeşitli indirgeme ajanları ile karıştırıldığı bir piro-metalürjik procestir. Önceki 30 Teknik Şekil 1, öğütülmüş LAB malzemeleri ile başlayan tipik bir izabe işlemini göstermektedir.

Ne yazık ki kurşun izabesi, belirgin hava kaynaklı atıklar (örn, kurşun tozu, CO₂, arsenik, SO₂), katı atık (kurşun içeren cüruf) ve sıvı atık (örn, sülfürik asit, arsenik tuzları) meydana getiren son derece kirlenici bir prosesdir ve kirlilik konuları, ABD ve diğer Batı ülkelerinde birçok izabe fırınına kapanmaya zorlamıştır. Daha az regüle edilen ülkelere izabe fırınlarının geçmesi ve büyümesi, büyük ölçekli kirlenme ve yüksek seviyelerde insan kurşun kontaminasyonu ile sonuçlanmıştır.

Durumları karmaşıklştırmak için kurşun izabe fırınlarına yönelik izinlerin alınması artan şekilde zor hale gelmiştir ve izabe tesislerini inşa etmek ve çalıştırmak genel olarak pahalıdır. Sonuç olarak izabe fırınlarının karlı çalışması ölçeğe ilişkin bir fonksiyondur. Bu doğrultuda LAB kullanım konsantrasyonlarına yakın yerleştirilen dağıtılmış geri dönüşüm ve üretimi destekleyen LAB mantığı ile anlaşmazlık içinde olan daha büyük ve daha merkezi izabe fırınlarına yönelik bir dürtü vardır. Sonuç olarak sadece en büyük LAB üreten şirketler izabe fırınlarını ayarlayabilirken ve çalıştırabilirken diğer şirketler kendi bataryalarını geri dönüştürmek ve bunları kurşun ile donatmak için ikincil kurşun üreticilerine güvenmektedir. Bu uluslararası ISO 14000 standardı gibi LAB üreticilerinin kendi ürünlerinin “beşikten mezara” kontrolüne yönelik artan oranda katı gereksinimleri karşılamasını zor hale getirebilmektedir.

Daha teknik bir seviyede kurşun izabesinin kurşun cevherinden (birincil olarak Galena veya kurşun sülfid) kurşun üretmek için geliştirilmiş olduğu takdir edilmelidir. Ancak geri dönüşüme tabi tutulan kurşun asitli bataryaların kimyası cevherlerin kurşun izabesinin kimyasından çok farklıdır. Gerçekte kurşun izabesi kurşun geri dönüşümü için temel olarak verimsiz bir prosesdir.

İzabe işlemlerinden uzaklaşmak ve daha çevre dostu çözümler kullanmak için çeşitli çabalar harcanmıştır. Örneğin US 4927510 sayılı patent belgesi, bir kükürt uzaklaştırma prosesinden sonra batarya atığından esasen bütün kurşunu saf metal formda geri kazanmayı öğretmektedir. Ne yazık ki '510 sayılı patent halen eşit oranda problemlili olan florin içeren bir elektrolitin kullanımını gerektirmektedir.

Florin içeren elektrolit ile ilişkili zorlukların bazılarının üstesinden gelmek için kükürdü uzaklaştırılmış kurşun aktif malzemeler US 5262020 ve US5520794 sayılı patent belgelerinde açıklandığı gibi metan sülfonik asitte çözünmüştür. Ancak kükürt sülfat metan sülfonik asitte çok az çözündüğünden dolayı yukarı yönde ön kükürt uzaklaştırma halen gereklidir ve çözünmeyen kalıntı malzemeler tipik olarak tüm

getiriyi ekonomik olarak etkili olmayan bir işleme düşürmektedir. Kükürt sülfat ile ilişkili yönlerin en azından bazılarını geliştirmek için oksijen ve/veya ferrik metan sülfonat WO 2014/076544 sayılı patent belgesinde açıklandığı gibi eklenebilmektedir veya karışık oksitler WO 2014/076547 sayılı patent belgesinde öğretildiği gibi üretilmektedir. Ancak gelişen getiriye rağmen yine de birçok dezavantaj bulunmaktadır. Diğerleri arasından bu proseslerde tekrar solvent kullanımı sıklıkla ilave çaba gerektirmektedir ve kalıntı sülfatlar halen atık ürün olarak kaybolmaktadır. Bunun ötesinde proses bozulma koşulları veya güç kesintisi (elektrolitik kurşun geri kazanımında yaygındır) sırasında plakalanan metalik kurşun geleneksel elektrolitik geri kazanım işlemlerinde tekrar elektrolit için çözünecektir, her ne kadar katot uzaklaştırılıp kurşun soyulsa da seri üretim sağlamak en basitinden problemlidir.

Dolayısıyla kurşun geri dönüşümüne yönelik çok sayıda yöntem teknikte bilirse dahi bunların tamamı ya da neredeyse tamamı bir veya daha fazla dezavantajdan mustarıptir. Dolayısıyla özellikle kesintisiz bir şekilde kurşun asitli bataryaların izabesiz geri dönüşümün için gelişmiş cihazlara ve yöntemlere yönelik bir ihtiyaç halen vardır.

Buluşun Özeti

Buluş, İstem 1'e göre kurşun asitli bataryalardan kurşun materyalleri işlemeye ilişkin bir yöntem, İstem 6'ya göre bir kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinden yüksek saflıkta kurşunu kesintisiz olarak ve elektrokimyasal şekilde üretmeye ilişkin bir yöntem, İstem 10'a göre bir üretim ara ürünü, İstem 12'ye göre bir kurşun bileşimi ve İstem 16'ya göre bir elektrolizör sağlamaktadır.

Buluş niteliğindeki konu kurşun materyali işlemeye ilişkin çeşitli cihazlara, sistemlere ve yöntemlere yönelik olup, burada bir elektro işleme solventi katı formdaki ızgara kurşunu (örn, batarya ızgaralarını ve kurşun kontaklarını) temizlerken ve korurken aktif materyal kurşunu (örn, PbO, PbO₂ ve PbSO₄) seçime göre çözmek için kullanılmaktadır. Çözünen kurşun daha sonra tercih edilen şekliyle kesintisiz bir şekilde bir elektrolit hücrede geri kazanılırken temiz katı ızgara kurşun, kurşun iyonu zenginleştirilmiş solventten geri kazanılırken

Buluş niteliğindeki konunun bir yönünde buluş sahipleri, özellikle kurşun asitli bataryalardan çeşitli kurşun materyallerini işlemeye ilişkin bir yöntem tasarlamış olup, burada kurşun materyaller (örn, ızgara kurşun ve aktif materyal kurşun) aktif materyal

kurşunu bu şekilde seçime göre çözmek, böylelikle bir kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi ve katı ızgara kurşun oluşturmak için bir elektro işleme solvent ile temas ettirilmektedir. Tasarlanan yöntemlerin özellikle tercih edilen yönlerinde elektro işleme solventi bir alkan sülfonik asidin (örn, metan sülfonik asit) ve bir şelatör (örn, EDTA) bir sulu solüsyonudur. Aktif materyal kurşun çözündüğünde ızgara kurşunun en azından bir kısmı kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinden uzaklaştırılmaktadır ve kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi yüksek saflıkta kurşun ve rejenere bir elektro işleme solventi oluşturmak için bir katot üzerinde indirgenmektedir.

10 Buluş niteliğindeki konuyu kısıtlamadan genel olarak aktif materyal kurşunun bir kükürt uzaklaştırma adımından geçmemiş olması ancak doğrudan kurşun asitli batarya atığından elde edilmesi tercih edilmektedir. Ayrıca genel olarak elektro işleme solventin ağırlıkça % 5 ve 50 arasında bir miktarda alkan sülfonik asit ve ağırlıkça % 0,5 ve 20 arasında bir miktarda şelatör içermesi tercih edilmektedir.

15 İndirgemeye atıfta bulunursak özellikle indirgemenin kesintisiz bir proses olması istenmektedir. Örneğin kurşun iyonları tercih edilen şekliyle katodun bir kısmında indirgenirken yüksek saflıkta kurşunun en azından bir kısmı katodun başka bir kısmından geri kazanılmaktadır. En tipik olarak kurşun iyonları 5 g/cm^3 'den az bir yoğunluğa veya 3 g/cm^3 'den az bir yoğunluğa veya 1 g/cm^3 'den az bir yoğunluğa sahip olan bir mikro veya nano gözenekli karışık matrisin (moleküler hidrojen ve elektro işleme solventi içermektedir) oluşumunu destekleyen koşullar altında indirgenmektedir.

Buluş niteliğindeki konuyu kısıtlamadan katot, kurşun iyonlarının indirgenmesi adımı sırasında kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solvente göre hareket ettirilmektedir (örn, bir dönen disk, bir dönen silindi, bir dönen taşıyıcı tipi bant veya ileri geri hareket eden plaka olarak). İstendiğinde bu yöntemlerin sülfat ve/veya kurşundan başka bir metal iyonu (örn, kalay, gümüş kalsiyum, arsenik) uzaklaştırmaya ilişkin bir adımı ve/veya kurşun materyallerin elektro işleme solventi ile temas ettirilmesi adımı rejenere elektro işleme solventinin en azından bir kısmını kullanmaya ilişkin bir adımı içerebilmektedir. İlâveten genel olarak bütün proses adımlarının kurşun materyallerin işlenmesine kesintisiz bir şekilde olanak sağlayacak şekilde gerçekleştirilmesi tercih edilmektedir.

Buluş niteliğindeki konunun başka bir yönünde buluş sahipleri bir kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinden yüksek saflıkta kurşunu kesintisiz olarak ve elektrokimyasal şekilde üretmeye ilişkin bir yöntem tasarlamaktadır. Bu yöntemde kurşun iyonu zenginleştirilmiş bir elektro işleme solventi sağlanmaktadır ve kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventindeki kurşun iyonları yapışkan yüksek saflıkta kurşun ve rejenere bir elektro işleme solventi oluşturmak için bir katot üzerinde indirgenmektedir. En tipik olarak yapışkan yüksek saflıkta kurşun daha sonra katodun bir kısmından uzaklaştırılırken kurşun iyonları katodun başka bir kısmı üzerinde indirgenmektedir. Ayrıca tasarlanan yönlerde rejenere elektro işleme solventin en azından bir kısmı daha sonra kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinin en azından bir kısmını bu şekilde üretmek için ızgara kurşun ve aktif materyal kurşun içeren kurşun materyaller ile temas ettirilmektedir.

Bu yöntemler ayrıca kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi bu şekilde oluşturmak için bir elektro işleme solventinde aktif materyal kurşun çözmeye ilişkin bir adımı içerecektir. Gerekli olmaksızın ancak en tipik olarak aktif materyal kurşun ayrıca işleme olmadan (örn, önceki kükürt uzaklaştırma olmadan) kurşun asitli batarya atığından doğrudan kullanılabilir. Daha önce belirtildiği üzere genel olarak kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventin ağırlıkça % 5 ve 50 arasında bir miktarda bir alkan sülfonik asit (örn, metan sülfonik asit) ve ağırlıkça % 0,5 ve 20 arasında bir miktarda bir şelatör (örn, EDTA) içermesi tercih edilmektedir. İstendiğinde kurşundan başka bir metal iyonu ve/veya sülfatın daha sonra rejenere elektro işleme solventinden uzaklaştırılması tasarlanmıştır.

Ayrıca tasarlanan yönlerde katot, kurşun iyonlarını indirmeye adımı sırasında kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventine göre hareket etmektedir ve/veya yüksek saflıkta kurşun en az % 98'lik bir saflığa, daha tercih edilen şekliyle en az % 99'luk bir saflığa ve en çok tercih edilen şekliyle en az % 99,5'lik bir saflığa sahiptir. Opsiyonlar arasından genel olarak yüksek saflıkta kurşunun katot yüzeyi ile sadece zayıf bir şekilde ilişkili olması ve bir toplayıcı yüzey vasıtasıyla soymayan bir şekilde uzaklaştırılabilmesi ve toplayıcı yüzeyin katoda yakın olması tercih edilmektedir. Bu şekilde üretilen yüksek saflıkta kurşun 5 g/cm^3 'ten az bir yoğunluğa sahip olan bir mikro veya nano gözenekli karşılık matris olacaktır veya bunu içerecektir.

Dolayısıyla ve farklı bir perspektiften bakıldığında buluş sahipleri ayrıca kurşun iyonu zenginleştirilmiş bir elektro işleme solventinden yüksek saflıkta kurşun üretmek için

bir elektrolizör tasarlamıştır. En çok tercih edilen şekliyle bu elektrolizör kurşun iyonu zenginleştirilmiş bir elektro işleme solventi, her ikisi de anot ve katodun kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi ile temas etmesine olanak sağlamak için hücrede en azından kısmen düzenlenen bir anot ve bir katot içeren bir hücre içerecektir. Halen ayrıca genel olarak elektrolizörün ayrıca katodun bir yüzeyine yakın olarak yerleştirilen ve katodun yüzeyinden soymayan bir şekilde katot yüzeyinden zayıf bir şekilde ilişkili yüksek saflıkta kurşunu toplamak için konfigüre edilen bir kurşun toplayıcı içermesi tercih edilmektedir.

Tasarlanan elektrolizör çeşitli şekillerde konfigüre edilebilmektedir. Ancak tipik olarak anot ve katodun bir ayırıcı olmadan aynı hücrede düzenlenmesi, anodun bir örneği rutenyum oksit olan bir metal oksit ile kaplanan bir titanyum anot olması ve/veya katodun bir alüminyum katot olması tercih edilmektedir. Bunun ötesinde genel olarak katot kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventine göre hareket etmek için konfigüre edilmesi (örn, tercih edilen şekliyle disk şeklinde katot üzerinde bir mikro veya nano gözenekli karışık matriste zayıf bir şekilde ilişkili yüksek saflıkta kurşunun oluşmasına izin veren bir hızda dönebilen, bir dönen disk şeklinde katot olarak konfigüre edilmesi) tercih edilmektedir. İstendiği zaman bir toplayıcı yüzey, yapışkan yüksek saflıkta kurşunu soymayan bir şekilde uzaklaştırmak için katoda yakın yerleştirilebilmektedir. Ek olarak bir solvent koşullandırma biriminin (örn, iyon değişim reçinesi, iyon seçici membran, çökme tankı) sülfatın ve/veya kurşundan başka bir metal iyonunun solventten uzaklaşmasına olanak sağlamak için hücreye akışkan şekilde birleştirilmektedir.

Dolayısıyla buluş niteliğindeki konunun başka bir yönünde buluş sahipleri ayrıca (a) solüsyonun ağırlıkça % 5 ve 50'si arasında bir miktarda alken sülfonik asit ve ağırlıkça % 0,5 ve 20'si arasında bir miktarda bir şelatör içeren bir sulu solüsyon ve (b) çözünmemiş katı ızgara kurşun ve çözünmüş aktif materyal kurşun içeren bir üretim ara ürünü tasarlamıştır. Daha tipik olarak alkan sülfonik asit metan sülfonik asittir ve ağırlıkça % 15 ve 35 arasında bir miktarda bulunmaktadır ve/veya şelatör EDTA'dır (etilen diammin tetraasetik asit) ve ağırlıkça % 1 ve 10 arasında bir miktarda bulunmaktadır. Daha önce belirtildiği üzere aktif materyal kurşunun kükürdünün uzaklaştırılmasının gerekli olmadığı takdir edilmelidir.

Ek olarak buluş sahipleri en az % 98'lik bir saflığa (daha tipik olarak en az % 99, en tipik olarak en az % 99,5) katı kurşun, moleküler hidrojen ve bir elektro işleme

solventi içeren bir kurşun bileşimi tasarlamış olup, burada katı kurşun, hidrojen ve elektro işleme solventi 5 g/cm^3 'ten az veya 3 g/cm^3 'ten az veya 1 g/cm^3 'ten az bir mikro veya nano gözenekli karşılık matris oluşturmaktadır. En tipik olarak elektro işleme solventi solventin ağırlıkça % 5 ve 50'si arasında bir miktarda bir alkan 5 sülfonik asit (örn, metan sülfonik asit) ve solventin ağırlıkça % 0,5 ve 20'si arasında bir miktarda bir şelatör (örn, EDTA) içermektedir.

Buluş niteliğindeki konunun çeşitli özellikleri, amaçları, yönleri ve avantajları, benzer numaraların benzer bileşenleri temsil ettiği ekteki çizilen resimler ile birlikte tercih edilen yapılanmaların aşağıdaki detaylı açıklamasından daha açık hale gelecektir.

10 **Çizimlerin Kısa Açıklaması**

Önceki Teknik Şekil 1A öğütülmüş kurşun asitli batarya malzemelerine yönelik geleneksel bir izabe işleminin bir şemasıdır.

Şekil 1B buluş niteliğindeki konuya göre öğütülmüş kurşun asit batarya malzemeleri için bir izabe fırınsız işlemin örnek niteliğindeki bir şemasıdır.

15 **Şekil 1C** buluş niteliğindeki konuya göre bir elektrolizörün örnek niteliğindeki bir şemasıdır.

Şekil 2A Şekil 1B'ye göre bir prosese yönelik örnek niteliğindeki bir deneysel kurulumdur.

20 **Şekil 2B** bir disk şeklinde katodu ve bir mikro veya nano gözenekli karışık matriste bir kurşun ürünü olan bir elektrolizöre yönelik bir detay görünüşüdür.

Şekiller 3A-3C buluş niteliğindeki konuya göre bir elektrolizör kullanarak mevcut verimleri (CE) kurşun konsantrasyonunun (3A, 3C) ve mevcut yoğunluğun (3B) bir fonksiyonu olarak gösteren grafiklerdir.

Ayrıntılı Açıklama

25 Buluş sahipleri, kurşun asitli batarya malzemelerinin kavramsal olarak basit yine de etkili bir şekilde geri dönüştürülebildiğini keşfetmiş olup, burada bütün kurşun materyaller ızgara kurşun materyalleri ve özellikle ızgaraları ve kontak/taşıyıcı çubukları temizlemeye yardım ederken aynı zamanda kurşun oksit ve kurşun sülfat dahil olmak üzere bütün aktif kurşun materyalleri çözen çok fonksiyonlu bir elektro işleme solventi 30 ile işleme tabi tutulmaktadır. Bunun ötesinde aynı solvent, aktif malzeme çözünmesinden dolayı kurşun iyonlarının yüklenmesi üzerine yüksek saflıkta

kurşunun kesintisiz üretimine olanak sağlarken başka bir döngü için elektro işleme solventi yeniden oluşturan bir elektroliz prosesine tabi tutulabilmektedir.

Kesintisiz kurşun geri kazanımına atıfta bulunursak bundan önce bilinen proseslerin bir elektrolitten metalik kurşunu bir asidik solüsyonda bir katot üzerine plakalandığı özellikle takdir edilmektedir. Proses bozulma koşulları veya güç kesintisi (elektrolitik kurşun geri kazanımında yaygındır) sırasında katot uzaklaştırılıp kurşun soyulsa da plakalanan metalik kurşun tekrar elektrolit için çözünmektedir. Yine ayrıca geleneksel elektrolitik kurşun geri kazanım prosesleri, kurşunu katoda güçlü bir şekilde bağlı bir film olarak biriktirmekte veya plakalamaktadır, bu da kurşun uzaklaştırma işini kapsamlı hale getirmektedir. Örneğin kurşun katottan levhalar olarak soyulabilmektedir. Ancak bu levhaların kırılma veya pul pul ayrılma eğilimi vardır ve kurşun uzaklaştırma bu yüzden tamamlanmaz ve/veya iş gücü gerektirmektedir. Bunun aksine Buluş niteliğindeki konuya göre cihazlar ve yöntemler kullanan kurşun geri kazanımı, soymayan bir şekilde yüksek saflıkta kurşun geri kazanımına olanak sağlayacaktır. Örneğin kurşun ürünü katottan bir çıkartma aleti olarak bir mendil veya kazıyıcı (tercih edilen şekliyle burada kazıyıcı katoda doğrudan temas etmemektedir ancak civarındadır, örn, 0,5 ve 5 mm) kullanılarak film olmayan bir malzeme olarak (örn, amorf mikro veya nano gözenekli karışık matris olarak) uzaklaştırılabilmekte olup, çıkartma aleti karşılığında katodun bir kısmında kesintisiz uzaklaştırmaya olanak sağlarken indirgeme katodun başka bir kısmında gerçekleştirilmektedir.

Buluşa göre elektro işleme solventi 7'den az bir pH'a sahip olan bir sulu solüsyon olup, bir şelatör ile kombinasyon halinde bir alkan sülfonik asit ve tercih edilen şekliyle metan sülfonik asit ve EDTA içermektedir. Buluş sahipleri şaşırtıcı şekilde aktif materyal kurşunda bulunan ilişkili kurşun türlerinin MSA'da (metan sülfonik asit) etkili ve hızlı bir şekilde çözüldüğünü keşfetmiş olup, burada MSA asidik bir pH'ta (başka bir deyişle 7,0'dan az, 6,0'a eşit veya bundan az, 5,0'a eşit veya bundan az, 4,0'a eşit veya bundan az veya 3,0'a eşit veya bundan az bir pH'ta) önemli miktarlarda bir şelatör içermektedir. Örneğin MSA ve EDTA'nın bir sulu solüsyonu pozitif aktif malzemeleri (örn, kurşun sülfat ve özellikle tri/tetrabazik kurşun sülfat; $PbSO_4 \cdot 3PbO \cdot H_2O$ / $PbSO_4 \cdot 4PbO \cdot H_2O$) aynı zamanda negatif aktif malzemeyi (örn, $Pb(II)$ ile $Pb(IV)$ arasında değişen kurşun oksit ve bunlar arasındaki çoklu kısmi oksidasyon durumları) çözmüştür. Bunun ötesinde aktif materyal kurşun için çözme koşulları altında ızgara kurşun (örn, kontaklardan, toplayıcı çubuklardan, batarya

uçları için kurşun alaşımlardan metalik kurşun) çözünmemektedir ancak elektro işleme solventi tarafından temizlenmektedir. Bu bulgu, MSA'da kurşun çözünmesini içeren bilinen prosesler kurşun sülfatı MSA'da seyrek olarak çözülebilir olarak karakterize ettiğinden dolayı özellikle beklenmediktir. Dolayısıyla MSA'da bir şelatör (ve özellikle EDTA) kullanmanın diğer faydaları arasında EDTA'nın sinerjik olarak ve dramatik şekilde MSA'da kurşun sülfatların çözünürlüğünü geliştirdiğine dikkat edilmelidir. Sonuç olarak Buluş niteliğindeki konunun elektro işleme solventini kullanarak aktif materyal kurşunun önceden kükürt uzaklaştırmaya ihtiyaç olmadan işlenebildiği ayırt edilmelidir.

Ek olarak buluş sahipleri ayrıca beklenmedik bir şekilde bir alkan sülfonik asit ve bir şelatör ve özellikle MSA ve EDTA içeren elektro işleme solventlerinin bir katot üzerinde elektrolitik geri kazanım için uygun olduğuna dikkat çekmiştir. Dikkate değer şekilde bu geri kazanım bir ayırıcı olmadan bir elektrolitik hücrede gerçekleştirilebilmektedir ve bu şekilde uygun elektrolizörlerin tasarımı büyük oranda basitleştirilebilmektedir. Bu bulgu elektrolit (olarak MSA'ya sahip olan kurşun asit bataryaları (SLAB'ler) hakkındaki önceki raporlar, çözünmeyen bir Pb₂ formundaki tabakaların anot üzerinde oluştuğunu, bunun da SLAB bataryayı etkili bir şekilde kapattığını belirttiğinden dolayı özellikle beklenmedik olmuştur. Şelatörün ve özellikle EDTA'nın kullanımı olmadan çözünmeyen PbO₂ formu en azından bazı LAB'lerden atık malzemelerde bulunacağından dolayı MSA'nın kullanılabilirliği kurşunun elektrolitik geri kazanımını kısıtlamaktadır.

EDTA US 7369043 sayılı patent belgesinde açıklandığı gibi tercihe bağlı olarak kurşun tuzlarını çözmek ve solüsyondan kurşun elektrokimyasal plakalmasını desteklemek için kullanılmışken bu plakalama EDTA'nın yıkımını inhibe etmek için bir membran ayırıcısı olan pahalı ve karmaşık bir elektrokimyasal hücre gerektirmektedir. Yine ayrıca bu proses ayrıca yüksek pH'ta (kostik pH) çalışmaktadır ve bir LAB'den aktif malzemenin tamamını ticari bir şekilde kostiğe çevirmek pratik olmamaktadır. Bunun aksine asidik pH'ta MSA ile kombinasyon halindeki EDTA sadece birçok kurşun türünün ve özellikle kurşun sülfatların çözünürlüğünü arttırmaz aynı zamanda iyonik kurşunun buradan plakalanmasına değil de bir yapışkana indirgenmesine olanak sağlamaktadır. Burada kullanıldığı üzere iyonik kurşunun indirgenmesi vasıtasıyla oluşturulmuş metalik kurşun ile bağlantılı şekilde "yapışkan" veya "zayıf bir şekilde ilişkili" terimleri, katodun yüzeyi üzerinde bir koherent film

olmayan ancak amorf olan ve katot üzerinden silinebilen bir kurşun formu anlamına gelmektedir. Başka bir deyişle zayıf bir şekilde ilişkili veya yapışkan bir kurşun ürün katot ve kurşun ürün arasında makroskopik boyutta intermetalik bağlar oluşturamamaktadır ve dolayısıyla katot üzerinde koherent bir kurşun film oluşmayacaktır. Örneğin birçok deneydeki gözlemler (örn, bakınız aşağıdaki deney açıklaması) kurşun katoda zar zor eklenen süngerimsi bir düşük yoğunlukta tabaka şeklinde oluşmuştur, bir statik plaka katodundan süzölmüştür ve eğer elektrolit sirkülasyonu çok sert ise dönen bir katot yüzeyinden yıkanabilmektedir. Bunun ötesinde alkan sülfonik asidin (örn, MSA) ve şelatörün (örn, EDTA) kombinasyonu, alkan sülfonik asidin (örn, MSA) ve şelatörün (örn, EDTA) belirgin parçalanması olmadan kurşunun stabil elektrolitik geri kazanımına olanak sağlamıştır.

Dolayısıyla kurşun asitli bataryalar ve batarya malzemeleri, Şekil 1'de örnek olarak gösterildiği gibi ilk önce bataryanın veya batarya malzemelerinin nispeten küçük bir büyüklüğe (örn, en büyük boyutta 0,1 ve 1 cm arasında veya 1 ve 3 cm arasında veya 3 ve 5 cm arasında veya daha büyük ortalama parçacık büyüklüğü) kırılması veya öğütülmesi, ardından plastik parçaların ve batarya asidinin uzaklaştırılması (ayrıca geri dönüştürülebilmekte veya işlenebilmektedir) vasıtasıyla işlenebilmektedir. Daha sonra ızgara kurşunu temizlemek ve aktif materyal kurşunu çözmek için bir konteynerde elektro işleme solventi ile işleme tabi tutulan, bu şekilde elde edilen kurşun atık malzeme baskın olarak ızgara kurşun ve aktif materyal kurşun içerecektir. Uygun bir kurşun çözünme periyodundan sonra (veya aktif materyal kurşunun tam çözünmesi üzerine) geriye kalan temizlenmiş katı ızgara kurşun solüsyondan ekstrakte edilebilmekte, opsiyonel olarak yıkanabilmekte ve bu şekilde doğrudan yeniden kullanılabilen veya ayrıca saflaştırılabilen ızgara kurşun vermek için kurşun yongaları/ingotları olarak preslenebilmektedir. Buradaki değerlerin aralıklarının belirtilmesinin sadece aralık içine düşen her bir ayrı değere münferit olarak atıfta bulunmaya ilişkin kısa bir yöntem olarak işlev görmesi amaçlanmaktadır. Aksi burada belirtilmediği müddetçe her bir münferit değer, burada münferit olarak belirtilmiş gibi tarifnameye dahil edilmektedir.

Bu şekilde elde edilen kurşun iyonu zenginleştirilmiş solüsyon daha sonra diğer kurşun olmayan iyonları (örn, çinko, kalsiyum, kalay, gümüş, vb.) uzaklaştırmak için işleme tabi tutulabilmekte olup, bu da seçici bir iyon değişim reçinesi, başka seçici yüzeye tutan madde, seçici elektro biriktirme, sıvı kromatografi ve/veya çökeltme

kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Elbette bu adımın ayrıca kurşunun elektrolitik geri kazanımından sonra gerçekleştirilebildiği ayırt edilmelidir. Herhangi bir opsiyonel ön işlemeden bağımsız olarak kurşun iyonu zenginleştirilmiş solüsyon daha sonra metalik formda kurşun geri kazanmak için bir elektrolizöre beslenmektedir. Herhangi
5 bir elektrolizör tipi genel olarak tasarlanırken, özellikle tercih edilen elektrolizörler katot ve anot arasında ayırıcısı veya membranı olmayanları ve elektrolite göre hareket eden bir katodu olanları içerecektir. Kurşun iyonlarının indirgenmesinden sonra proses yüksek saflıkta bir kurşun (başka bir deyişle en az % 98 saflık veya en az % 99 saflık veya en az % 99,5 saflık) verecektir. Elektrolizör bir veya daha fazla
10 hareketli elektrota ve özellikle dönen disk elektrotlara sahip olduğunda kurşun film oluşturmayan ancak yapışan kurşun olarak biriktirilmektedir.

Şaşırtıcı şekilde buluş sahipleri, bu şekilde oluşturulan kurşunun mikro veya nano gözenekli bir karışık matris oluşturduğunu keşfetmiş olup, burada kurşun elektro işleme solventin bir kısmını yakalayan mikro veya nanometre büyüklüğünde yapılar
15 (tipik olarak iğneler/teller) ve önemli bir miktarda moleküler hidrojen (başka bir deyişle, H₂) oluşturmuştur. En dikkati çekecek şekilde bu matris siyah bir görünüme ve önemli bir düşük hacim yoğunluğuna sahip olmuştur. Elbette deney test turlarının birçoğunda matris solvent üzerinde yüzmemiştir ve 1 g/cm³'ten az bir yoğunluğa sahip olmuştur. Matrisin preslenmesi veya başka bir kuvvetin uygulanması üzerine
20 yoğunluk artmış (örn, 1-3 g/cm³ veya 3-5 g/cm³ veya daha fazla) ve metalik gümüşümsü bir tabaka görülmüştür.

Ek olarak beklenmedik şekilde indirgenmiş kurşun iyonlarının katot üzerinde sıkıca bağlı bir film oluşturmadığı ancak katottan basitçe katodun kurşunun yapışabildiği bir malzeme (örn, plastik, kurşun film, vb.) ile silinmesi vasıtasıyla kolayca
25 uzaklaştırılabildiği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla kurşun geri kazanımı kesintisiz bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle dönen veya ileri geri hareket eden bir elektrot kullanılmış olduğunda kurşun iyonları bir elektrotun veya elektrot düzeneğinin bir kısmını indirgeyebilirken metalik kurşun elektrotun veya elektrot düzeneğinin başka bir parçasından uzaklaştırılabilmektedir.

30 Buluş niteliğindeki konunun yine başka bir avantajlı yönünde ayrıca elektro işleme solventinin yeterli miktarlarda kurşun indirgeme aracılığıyla uzaklaştırıldıktan sonra yeniden kullanılabilirliği ayırt edilmelidir. En göze batacak şekilde buluş sahipleri hem MSA'nın hem de EDTA'nın kullanılan koşullar (bakınız aşağıdaki deney) altında

dikkate değer şekilde stabil olduğunu ve harcanan elektro işleme solventin herhangi bir katıyı uzaklaştırmak için mekanik işleme (örn, filtre, santrifüj, hidrokloron, vb.) ve/veya kimyasal işleme (örn, örneğin kalsiyum veya strontiyum sülfat üretmek için sülfatların çökmesi) ve/veya toplayıcı işleme (örn, aktif kömür, iyon değişim reçinesi, vb.) vasıtasıyla işlenebilmektedir. Bu şekilde işlenen solvent daha sonra kurşun materyalleri işlemeye ilişkin sonraki döngüde yeniden kullanılabilir.

Alkan sülfonik aside atıfta bulunursak birçok alkan sülfonik asidin burada kullanım için uygun olarak değerlendirildiği takdir edilmelidir. Ancak MSA özellikle tercih edilmektedir çünkü bu bileşik çevre dostudur ve kullanılan elektrolitik koşullar altında stabildir. Ayrıca başka uygun alkan sülfonik asitler etil sülfonat, propilen sülfonat, trifloro metil sülfonat (trifilik asit), sülfamik asit, vb. içermektedir. Birçok durumda MSA veya başka alkan sülfonik asit belirgin bir konsantrasyonda, tipik olarak elektro işleme solventin ağırlıkça en az % 1-5'i, daha tipik olarak ağırlıkça % 5-15'i, daha da tipik olarak ağırlıkça % 25-50'si ve en tipik olarak ağırlıkça % 15 ve 35'i arasında bulunacaktır. Dolayısıyla uygun konsantrasyonlar elektro işleme solventin ağırlıkça % 5 ve 50'si arasında veya ağırlıkça % 20 ve 30'u arasında olacaktır. elektro işleme solventin pH'ı yukarıda belirtildiği üzere en çok tercih edilen şekliyle asidiktir ve en tipik olarak pH 5-7 arasında veya pH 1-3 arasında veya pH 3-5 arasındadır. Farklı bir perspektiften bakıldığında elektro işleme solventin pH'ı 7'den az veya 5'e eşit veya bundan az ya da 3'e eşit veya bundan az olacaktır.

Benzer şekilde şelatörün yapısı önemli şekilde değişiklik gösterebilmektedir. Ancak genel olarak şelatörün divalent katyonlar için seçici veya öncelikli olan bir şelatör olması tercih edilmektedir. Dolayısıyla EDTA kısmen veya tamamen NTA (nitritotriasetik asit), IDA (iminodiasetik asit), DTPA (dietilentriaminpentaasetik asit), vb. gibi başka şelatlama ajanları ile değiştirilebilmektedir. Özel şelatör tipine bakılmaksızın şelatörün elektro işleme solventinin ağırlıkça en az % 0,1-1, daha tipik olarak ağırlıkça % 1-3, daha da tipik olarak ağırlıkça % 3-10 ve en tipik olarak ağırlıkça % 2 ve 8 arasında bir miktarda bulunması tercih edilmektedir. Bunun ötesinde şelatör, şelatörün diğer türlü asidik solüsyonda (örn, Na₂-EDTA) çözünmüş olduğu bir tuz formunda sağlanabilmektedir. Bu konsantrasyonların şelatörün çözünme limitini arttırabildiğine dikkat edilmelidir. Uygun solvent tercih edilen şekliyle suludur ve en çok tercih edilen şekliyle deiyonize sudan hazırlanacaktır. Ancak ilave

ko-solventler uygun olarak değerlendirilmektedir ve alkolleri, polioller (propilen glikol alkoller, polietilen glikol, vb.), parlatıcıları, vb. içermektedir.

Elbette elektrolitik hücrenin büyüklüğünün/boyutlarının büyük oranda değişiklik gösterebildiği ve spesifik proses koşullarının ve çalışma parametrelerinin en azından kısmen elektrolit hücrenin büyüklüğünü ve hacmini belirleyeceğine dikkat edilmelidir. Özellikle tercih edilen yönlerde ayrıca elektrolitik hücre bir membran ayırıcıya ihtiyaç olmadan çalışmaktadır. Başka bir perspektiften bakıldığında hücrenin akışkan olarak ayrı katolit ve anolit bölmelerinde ayrılmasına gerek yoktur. Bunun ötesinde elektrolit hücrenin sadece kurşun materyallerin çözündüğü ve/veya temizlendiği konteynere akışkan olarak bağlanmasına gerek olmadığı takdir edilmelidir. Elektro proses solventinin işlenmesi değerlendirildiğinde işlem türünün bu işlem biriminin konumunu belirleyeceğine ve teknikte uzman kişinin uygun koşulu değerlendirebildiğine dikkat edilmelidir. Ancak tercih edilen konular işlemin kurşun iyonu zenginleştirilmiş solvent veya en azından kısmen tükenmiş solventte gerçekleştirildikleridir. Burada kullanıldığı şekilde ve metin aksini dikte etmediği müddetçe “birleşme” teriminin hem doğrudan birleşmeyi (burada birbirine birleşen iki eleman bir diğerine temas etmektedir) ve dolaylı birleşmeyi (burada en az bir ilave eleman iki eleman arasına yerleştirilmektedir) içermesi amaçlanmaktadır. Dolayısıyla “birleşen” ve “ile birleşmiş” terimleri eş anlamlı olarak kullanılmaktadır.

Buluş niteliğindeki konunun tasarlanan diğer yönlerinde ve elektrolizördeki elektrotlara atıfta bulunarak burada kullanım için birçok elektrotun uygun olarak değerlendirildiği takdir edilmelidir. Elbette bütün iletken malzemelerin, bu malzemeler prostele elektrokimyasal koşullarla kullanım için uygun olduğu müddetçe buradaki öğretiler ile bağlantılı şekilde kullanım için uygun olarak değerlendirildiği not edilmelidir. Dolayısıyla ve tasarlanan diğer malzemeler arasından uygun anotlar çeşitli metalleri, karbon (tipik olarak grafit, camsı karbon veya grafen) anotları, en az bir polimer ve bir karbon formu içeren matrisleri içermektedir ve özellikle tercih edilen anotlar rutenyum oksit (veya başka metal oksit) ile kaplanabilen titanyum anotları olacaktır. Dikkate değer şekilde alüminyumun kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventinde çözünmediği bulunmuştur ve böylelikle iletken ve pasifleştirmeyen rutenyum oksit gibi bir malzeme ile kaplanan alüminyum bir anot malzeme olarak tasarlanmıştır. Alternatif olarak Magneli Fazı titanyum alt oksitlerinin ($Ti_xO_{(2x-1)}$ formülüne sahiptir, burada x 4 ve 11 arasında bir tam sayıdır) elektro işleme

solventine benzer bileşimin elektrolitlerinde stabil anot malzemeler olduğu keşfedilmiştir ve anot malzemeler ve anotlar üzerinde pasifleştirmeye karşı dirençli kaplamalar olarak tasarlanmıştır.

Ayrıca daha dikkate değer şekilde buluş sahipleri kurşun geri kazanım işleminin, kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventi kullanıldığı zaman çok yüksek saflıkta kurşun içeren ve solventin bir kısmını ve katotta üretilen hidrojeni içeren bir düşük yoğunlukta bileşimin oluşumuna neden olduğunu keşfetmiştir. En çok dikkate değer şekilde bu şekilde oluşan kurşun bileşiminin hepsi değilse de çoğu renk olarak siyahtır, plakalanmamıştır ve katoda elektrokimyasal olarak bağlı bir film olarak bağlanmamıştır ancak solventin orta derece ila güçlü ajitasyonu üzerine yüzey üzerinde yüzmüştür. Daha küçük bir hacme preslendiği zaman hidrojen ve elektro işleme solventi atılmıştır ve geriye kalan kurşun bir metalik görünüme geri dönmüştür. Beklenmedik şekilde katottan oluşan toplam kurşunun % 10'dan azı (örn, % 5-9 arasında), daha tipik olarak % 7'den azı (örn, % 2-6 arasında), daha da tipik olarak % 5'ten az (örn, % 1-4 arasında) ve en tipik olarak % 3'ten azı (örn, % 0,01-2 arasında) plakalanmış ve katot üzerinde güçlü bir şekilde yapışkan kurşun olarak bulunurken kurşunun geriye kalanı düşük yoğunluk formunda kalmıştır. Herhangi bir teori veya hipotez tarafından bağlanmayı istemeden buluş sahipleri düşük yoğunluklu kurşun materyallerdeki kurşunun hidrojen ve solventin sıkıştığı bir gözenekli malzeme oluşturmak için mikrometre veya hatta nanometre büyüklükte kurşun filamentler içeren bir mikro veya nano gözenekli karışık matris oluşturmasını tasarlamıştır.

Başka çalışmalardan sonra buluş sahipleri düşük yoğunluklu ve yüksek saflıkta kurşunun, katot şekline ve solventin katot karşısındaki bağlı hareketine bakılmaksızın birden çok katot malzemesinden elde edilebildiğini not etmiştir. Ancak katodun elektro işleme solventine göre ajitasyonu veya yüzen hareketli düşük yoğunluklu kurşun bileşiminin 'toplanmasını' basitleştirmiştir. Dolayısıyla ve diğer uygun seçimler arasından tercih edilen katot malzemeler çeşitli metalleri ve özellikle alüminyum içermektedir. Alternatif olarak karbon (örn, grafit, elmas benzeri karbon, grafen, vb.) matrisler en az bir polimer ve bir karbon formu içermekte olup ($Ti_xO_{(2x-1)}$ formülüne sahip olup, burada x 4 ve 11 arasında bir tam sayıdır) Magneli Fazı alt oksitlerinin elektro proses solventindeki stabil katot malzemeler olduğu keşfedilmiştir ve katot yüzeyleri olarak kullanım için düşünülmüştür.

Buluş sahipleri, plakalama eksikliğinin bütün elektro kaplama yöntemlerinde tipik olarak istenmezken buluş sahipleri plakalama eksikliğini kurşunun bir bölümde katottan kesintisiz olarak uzaklaştırılırken ilave kurşunun katodun başka bir bölgesine oluşturulduğu kesintisiz bir kurşun geri dönüşüm prosesi sağladığını keşfetmiştir.

- 5 Yapışkan/zayıf bir şekilde ilişkili kurşunun uzaklaşması tipik olarak bir mekanik alet (örn, bir süpürme yüzeyi, bıçak veya katoda yakın başka bir alet, vb.) kullanarak yapılmaktadır, ancak uzaklaştırma ayrıca mekanik olmayan aletler aracılığıyla (örn, katoda karşı elektro işleme solventi jetleme veya katoda karşı gaz serpmeye, vb. aracılığıyla) gerçekleştirilebilmektedir. Bunun ötesinde uzaklaştırmanın bir araç
- 10 kullanmayabildiği ancak sadece katottan düşük yoğunluklu kurşun materyalin pasif salımı ve elektrokimyasal hücrenin yüzeyine yüzdürme vasıtasıyla yapılabildiğine dikkat edilmelidir (burada bir fazla akış bendi veya toplayıcı kurşun materyalleri alacaktır).

- Dolayısıyla en azından tercih edilen bazı yönlerde katot, elektrolitik hücreye döner
- 15 şekilde birleşen ve katoda (katotlara) yakın olan bir ya da daha fazla disk şeklinde katot içermektedir. Şekil 2A, küçük ölçekli bir deneysel elektrokimyasal cihazın bir fotoğrafı olup, burada kurşun asitli batarya atık malzemeleri (baskın olarak ızgara kurşun ve aktif materyal kurşun) bir parçalama tankında temas etmektedir. Katı malzemeler daha sonra gerektiği şekilde uzaklaştırılmaktadır ve kurşun iyonu
- 20 zenginleştirilmiş elektro işleme solventi daha sonra düşük yoğunluklu kurşun materyalin disk şeklinde elektrot üzerine plakalandığı elektrolitik hücreye beslenmektedir. Proseste gerektiği şekilde elektro işleme solventin en azından bir kısmı bir iyon değişim reçinesinin ve bir çökme aşamasının periyodik olarak sülfat iyonlarını ve diğer metal olmayan iyonları uzaklaştırdığı geri kazanım birimine
- 25 beslenmektedir. Şekil 2B, katot yüzeyinden düşük yoğunlukta kurşun materyalini soymayan bir şekilde (başka bir deyişle bir koherent kurşun tabakayı veya koherent kurşun filmi bir çekme hareketiyle katottan kaldırmadan) silmek için katotlara doğru yakın şekilde yerleştirilen bir çift disk şeklinde katot ve silici yüzeyin daha detaylı bir görünüşüdür. Şekil 2C, buluş niteliğindeki konuya göre bir elektrolizörün daha
- 30 şematik örnek niteliğindeki gösterimi olup, burada elektrolizör (100) kurşun iyonu zenginleştirilmiş bir elektro işleme solventi (112) içeren bir hücreye (110) sahiptir. Anot (120) ve disk şeklinde katot (130) kurşun iyonu zenginleştirilmiş elektro işleme solventine (112) temas etmek ve kurşun toplayıcı (140) (tipik olarak plastik bir silici

veya diğ er türlü yakın olarak yerleştirilen yüzey) tarafından alınan düşük yoğunluklu kurş un ürününün (142) oluş umunu desteklemek için en azından kısmen hücrede düzenlenmektedir. En dikkate değ er ř ekilde buluş sahipleri hücrenin (110) bir membran veya baş ka ayırıcı yokluğ unda bile önemli anodik ř elatör yıkımı (12 saatlik kesintisiz iş lem baş ına % 10'dan az ř elatör) olmadan ç alış abildiğ ini fark etmiş tir. Solvent koş ullama birimi (150) solventi almak ve koş ullanan solventi geri sağ lamak için hücreye akış kan olarak birleşmektedir.

Elbette buluş niteliğindeki konunun bir disk ř eklinde elektrotun kullanımı ile sınırlanmadığ ı ancak aslında katottan yüksek saflıkta kurş unun aktif (örn, bir silici bıç ak veya yüzey kullanarak) veya pasif (örn, baloncuklar aracılığ ıyla, solvent jetleme veya yüzdürme) uzaklaş masına olanak sağ layan bütün elektrotları uygun olarak değ erlendirdiğ i takdir edilmelidir. Dolayısıyla uygun elektrotlar solvante göre statik olabilen veya ileri geri ř ekilde hareket edebilen basit plakalar veya kesintisiz olarak hareket eden ve bir kısımda kurş un iyonlarının indirgenmesine ve diğ er kısımda kurş un uzaklaş tırmaya olanak sağ lamak için konfigüre edilen elektrotlar olarak konfigüre edilebilmektedir. Örneğ in uygun elektrot konfigürasyonları iletken diskleri, silindirleri, küreleri, kayış ları, vb. iç ermektedir. Benzer ř ekilde katotların sayısının büyük oranda değ iş iklik gösterebildiğ i ve en tipik olarak birden çok katodun paralel ř ekilde (veya seri olarak, burada katotlar solvante göre statiktir) ç alış tığ ı ayırt edilmelidir.

Solvent işleme birçok ř ekilde gerç ekleş tirilebilmektedir ve kesintisiz veya seri ř ekilde olabilmektedir. En tipik olarak solventlerin iş lenmesi partiküllerin en azından bazılarını filtrelemeye iliş kin bir adım, bir sülfat uzaklaş tırma adımı (örn, kireç ç ökeltme, ters ozmos, iyon değ iş imi, elektro-ozmos, tuz ayırma, sıvı kromatografi, sıvı/sıvı ekstraksiyon, vb.) ve/veya bir kurş un olmayan metal iyonu uzaklaş tırma adımı (örn, iyon değ iş imi) iç ermektedir. Proses bir seri modda gerç ekleş tirildiğ inde birden çok solvent akış ının toplanması özellikle tercih edilmektedir ve dolayısıyla bir taş ma veya tutma tankı sisteme eklenebilmektedir. Diğ er taraftan sistem kesintisiz olarak gerç ekleş tirildiğ inde birden çok akış kombine edilmekte ve daha sonra fazlalığ ı ve alanı azaltmak için iş lenebilmektedir.

Son olarak kurş un iyonu zenginleş tirilmiş solventten geri kazanılan ızgara kurş una atıfta bulunursak ızgara kurş unun yıkanabildiğ ine, sıkış tırılabilirliğ ine, ingot haline getirilebildiğ ine ve ayrıca istendiğ inde saflığ ı arttırmak için rafine edilebildiğ ine dikkat

edilmelidir. Kalıntı plastik malzemeler tercih edilen şekliyle hurdaya ayırma operasyonundan toplanmakta ve geleneksel plastik geri dönüşüm yöntemleri kullanılarak ayrı bir proseste geri dönüştürülmektedir.

Deneysel Veri ve Değerlendirmeler

5 Burada açıklanan bütün yöntemler, aksi burada belirtilmediği müddetçe veya diğer türlü metin tarafından açıkça vurgulanmadığı müddetçe uygun herhangi bir sırada gerçekleştirilebilmektedir. Tüm örneklerin kullanımı veya buradaki belirli yapılanmalara göre sağlanan örnek niteliğindeki dil (örn, "gibi") sadece buluşu daha iyi aydınlatmayı amaçlamaktadır ve buluşun kapsamı üzerinde bir kısıt
10 oluşturmamaktadır. Tarifnamedeki dil hak talebinde bulunulmayan herhangi bir elemanı mevcut patent hakkı bildiriminin uygulanması için hayati olarak yapılandırılmamıştır.

Bir birinci deney dizisinde buluş sahipleri, bir solventin bir kurşun asitli bataryanın çeşitli bileşenlerini parçalama kabiliyetini araştırmıştır ve ikinci deney setinde
15 çözünen kurşunun (opsiyonel olarak filtrasyondan sonra) elektroplakalama veya indirgeme kabiliyetini araştırmıştır. Çeşitli bileşenlerin parçalanması ilk olarak sadece ağırlıkça % 1-50 arasında değişen konsantrasyonlarda MSA kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bütün konsantrasyonlarda kurşun oksitlerin çoğu son derece çözüner olmuştur. Ancak buluş sahipleri başlangıç çalışmasında PbO_2 'nin
20 çözünmeyen formlarını izole etmeyi ve test etmeyi denememiştir çünkü kükürt sülfatın ($PbSO_4$) çok iyi parçalanmadığı hızlıca görülmüştür. Her ne kadar çözüne de kurşun sülfatın konsantrasyonunun tamamı düşüktür (solüsyon yoğunluğu vasıtasıyla ölçüldüğü üzere), parçalanma hızı ayrıca düşüktür (24 saatten fazla) ve parçalanma ajitasyon ve ısı gerektirmiştir. Disodyum etilendiamin tetraasetik asit
25 (EDTA) eklenmesi ile hem konsantrasyon hem de parçalanma hızı büyük oranda artmıştır. Yoğunluk 1,2 g/cc'den daha yüksek 21 g/cc'ye çıkmıştır. Daha önemli olarak ve beklenmedik şekilde kurşun, asit koşullarında ve bir membrana ihtiyaç olmadan bu solüsyondan kolaylıkla elektroplakalanmıştır/indirgenmiştir.

Tercih edilen bir deney dizisinde MSA konsantrasyonu ağırlıkça yaklaşık olarak % 5
30 EDTA ile kombinasyon halinde ağırlıkça yaklaşık (+/- 5) % 25 MSA olmuştur. Örneğin tipik bir solüsyon aşağıdaki gibi yapılmıştır: 100 L % 98 MSA, 20 kg Disodyum EDTA, geri kalanı 450L su ile toplam hacme tamamlanmıştır. Ancak kullanılan gerçek

miktarlar en fazla % 10 değişiklik gösterebilmektedir. Dikkate değer şekilde solüsyon 12 saatlik bir periyotta ısıtma veya belirgin ajitasyon olmadan yaklaşık olarak 33 kg karışık batarya malzemesini parçalayabilmiştir. Başlangıç yoğunluğu 1,1g/cc olmuştur ve erişilen maksimum yoğunluk 1,6 g/cc olmuştur. EDTA'nın bir kısmının 5 çözünmediği (muhtemelen asidik solüsyonda doygunluk konsantrasyonuna erişmekten dolayı) takdir edilmelidir ve disodyum EDTA'nın yaklaşık 2 ila 5 kg'ının tam olarak çözünmediği ve yeniden sirkülasyon sırasında filtreler üzerinde yakalanabildiği tahmin edilmektedir. Dolayısıyla en pratik örneklerde tercih edilen elektro işleme solventler % 20-30 MSA, % 2-8 EDTA içerecektir, geri kalanı 10 deiyonize sudur.

Önemli şekilde kurşun oksit ve sülfat yığını tasarlanan elektro işleme solventlerde son derece çözünürken metalik kurşun (ve kurşun ızgaralarından katı kurşun alaşımlar) çözünmemiştir ve kontaminasyon olmadan sıyrılmıştır; en deneysel koşullar altında gereken düşük voltaj ile % 60-90 akım verimliliği gözlemlenmiştir. 15 Pozitif ve negatif aktif malzemelerin (PAM ve NAM) seçici çözünmesinden dolayı tam kurşun geri dönüşümü için büyük oranda daha az enerji gerekmektedir.

Şekil 2A'da gösterilen bir iyileştirme düzenlemesi ve 0,252 m²'lik bir toplam süpürme katot alanı ve 10 ABD galon tank büyüklüğü kullanılarak aşığıdaki Tablo 1 ve Tablo 2'deki veriler elde edilmiştir:

20 **Tablo 1**

Yığın	Tur	RPM	Sıyırıcı	A	A/m2 Katot	Vi	Vf	T
1	1	5,00	üzerinde	50,00	197,72	3,00	3,50	10,00
1	2	5,00	süreçte	100,00	395,44	3,90	4,10	10,00
1	3	5,00	süreçte	150,00	593,16	4,40	4,60	10,00
1	4	5,00	süreçte	50,00	197,72	3,10	3,40	10,00
2	1	5,00	süreçte	150,00	593,16	4,40	4,50	5,00
2	2	5,00	süreçte	150,00	593,16	4,50	4,50	5,00

Yığın	Tur	RPM	Sıyırıcı	A	A/m2 Katot	Vi	Vf	T
2	3	10,00	süreçte	150,00	593,16	4,50	4,60	5,00
3	1	10,00	süreçte	100,00	395,44	3,70	3,80	5,00
3	2	10,00	süreçte	100,00	395,44	3,80	4,10	5,00
3	3	10,00	süreçte	100,00	395,44	3,90	4,10	5,00
3	4	10,00	süreçte	215,00	850,20	5,00	5,00	5,00
3	5	2,00	süreçte	100,00	395,44	3,80	3,80	5,00
3	6	1,00	sonda	93,00	367,76	3,80	3,80	5,00
3	7	1,00	sonda	90,00	355,90	3,80	3,80	5,00
4	1	1,00	sonda	400,00	1581,76	6,40	6,60	5,00
5	1	1,00	sonda	200,00	790,88	4,60	4,60	5,00
5	2		süreçte	200,00	790,88	4,80	4,80	5,00
5	3		süreçte	200,00	790,88	4,70	4,70	5,00
5	4		süreçte	200,00	790,88	4,80	4,80	5,00
5	5		süreçte	200,00	790,88	4,60	4,60	6,20
5	6		süreçte	200,00	790,88	4,70	4,70	5,00
5	7		süreçte	200,00	790,88	4,70	4,70	5,00

Tablo 2

Yığın	Tur	Islak g	Kuru g	9/saat	g/Ah	kg/h/m ²	başlangıçta Pb (g/l)	% CE Teori
1	1		30,41	182,43	3,65	0,72	10,03	0,96
1	2		50,39	302,32	3,02	1,20	9,22	0,80
1	3		49,69	298,14	1,99	1,18	7,89	0,52
1	4	32,89	22,37	134,24	2,68	0,53	6,58	0,71
2	1	48,77	31,17	374,04	2,49	1,48	10,03	0,66
2	2	40,77	28,74	344,88	2,30	1,36	9,27	0,61
2	3	40,26	29,47	353,64	2,36	1,40	8,49	0,62
3	1		22,18	266,16	2,66	1,05	10,03	0,70
3	2		26,64	319,68	3,20	1,26	9,44	0,84
3	3		20,82	249,84	2,50	0,99	8,74	0,66
3	4		37,78	453,36	2,11	1,79	8,19	0,57
3	5		20,30	243,60	2,44	0,96	7,19	0,66
3	6		12,70	152,40	1,64	0,60	6,66	0,43
3	7		10,38	124,56	1,38	0,49	6,32	0,36
4	1		56,79	681,48	1,70	2,69	10,03	0,45
5	1		33,80	405,60	2,03	1,60	10,03	0,53
5	2		34,50	414,00	2,07	1,64	9,12	0,55

Yığın	Tur	Islak g	Kuru g	9/saat	g/Ah	kg/h/m ²	başlangıçta Pb (g/l)	% CE Teori
5	3	30,48	365,76	1,83	1,45	8,31	0,48	
5	4	28,40	340,80	1,70	1,35	7,56	0,45	
5	5	31,70	306,77	1,53	1,21	6,73	0,40	
5	6	22,90	274,80	1,37	1,09	6,12	0,36	
5	7	20,50	246,00	1,23	0,97	5,58	0,32	

Plakalama verimlilikleri Şekiller 3A-3C'de gösterilmekte olup, burada **Şekil 3A** kurşun üretimi akım verimliliğini 200A'da, 790A/m²'lik bir akım yoğunluğunda ve 1 rpm disk katodundaki başlangıç kurşun konsantrasyonunun bir fonksiyonu olarak göstermektedir. **Şekil 3B** akım verimliliğini elektrot akım yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak göstermektedir ve **Şekil 3C** kurşun konsantrasyonu ile akım verimliliğinin grafiğidir.

Aşağıdaki Tablo 3'te gösterildiği gibi yüksek saflıkta kurşun katotta 1 g/cm³'den az bir yoğunluğa sahip olan (solventin yüzeyinde yüzen) bir mikro veya nano gözenekli karışık matris olarak elde edilmiştir. Bunun ötesinde kurşun bileşimi katot üzerinde bir katı ve koherent film olarak plakalanmamıştır ancak metan sülfonik asit ve hidrojen içeren amorf yumuşak ve sıkıştırılabilir karışık malzeme olarak geri kazanılmıştır.

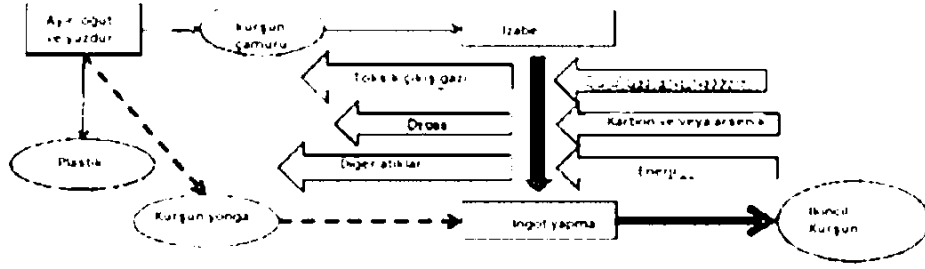
Tablo 3

Element	nicelik.	Tespit. Limit	Gerçek
Bizmut	ppm, (µg/g)	0,1	1,3
Bakır	ppm, (µg/g)	0,1	1,1
Kurşun	ppm, (µg/g)	0,1	Çoğu (% 99,5+)

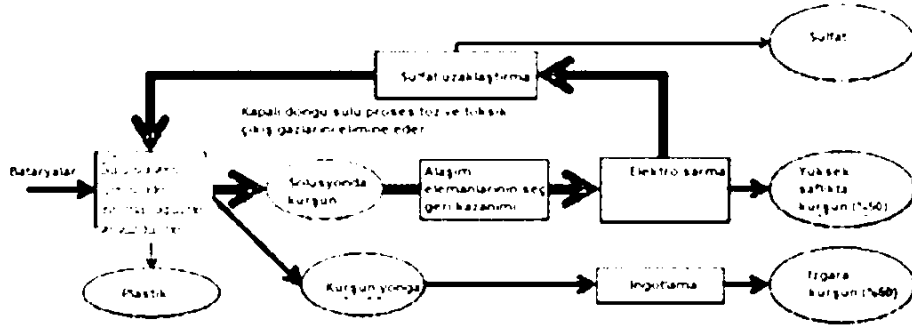
Element	nicelik.	Tespit. Limit	Gerçek
Potasyum	ppm, ($\mu\text{g/g}$)	0,5	18
Sodyum	ppm, ($\mu\text{g/g}$)	0,1	0,20
Kalay	ppm, ($\mu\text{g/g}$)	0,2	30

Açıkça bu şekilde elde edilen karışık malzeme normalde köpüklenme ajanları ve önceden saflaştırılmış sıvı kurşunun soğutulması sırasında gaz enjeksiyonu kullanarak üretilen geleneksel sünger kurşundan farklı olmuştur.

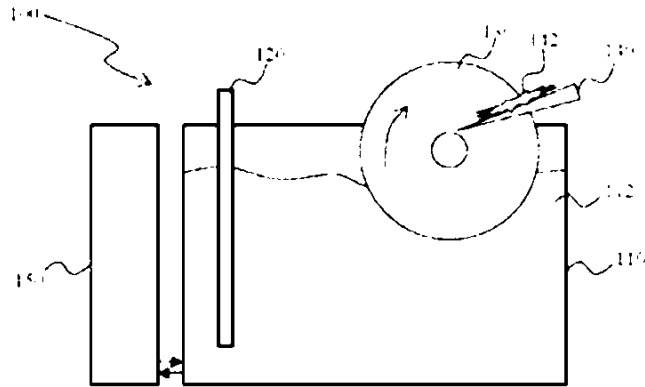
- 5 Teknikte uzman kişiler için halihazırda açıklananların yanı sıra birçok modifikasyonun buradaki buluş niteliğinde konseptlerden ayrılmadan mümkün olduğu açık olmalıdır. Buluş niteliğindeki konu dolayısıyla ekli istemler haricinde kısıtlanmamaktadır. Bunun ötesinde hem tarifnamenin hem de istemlerin yorumlanmasında bütün terimler metin ile tutarlı muhtemel en geniş şekilde yorumlanmalıdır. Özellikle “içermektedir” ve
- 10 “içeren” terimleri elemanları, bileşenleri veya adımları harici bırakmayan bir şekilde ifade eder şekilde yorumlanmak zorunda olup, bu da belirtilen elemanların, bileşenlerin veya adımların açık bir şekilde ifade edilmeyen başka elemanlar, bileşenler veya adımlar ile kombine edilebildiğini veya kullanılabildiğini belirtmektedir. Tarifname A, B, C ... ve N'den oluşan gruptan seçilenin en azından birisine atıfta
- 15 bulunduğu metin A artı N veya B artı N, vb. değil gruptan sadece tek bir eleman gerektirir şekilde yorumlanmalıdır.



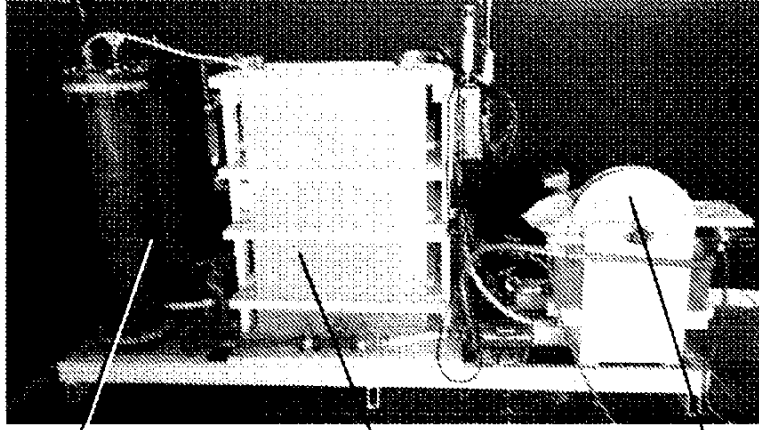
Önceki Teknik Şekil 1A



Şekil 1B



Şekil 1C



Solvent Geri Kazanımı
Periyodik olarak biriken sulfatı ve kurşun olmayan iyonları solventten soyar

Parçalama tankı
Elektro proses solventi aktif malzeme kurşunu çözer

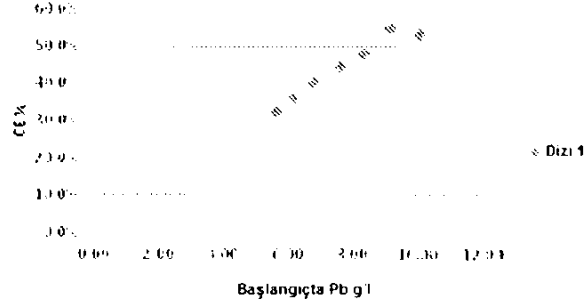
Kesintisiz rafine edici sıyırıcı
Kurşun elektro proses solventinin kurşun iyonlarından plakalanır.

Şekil 2A



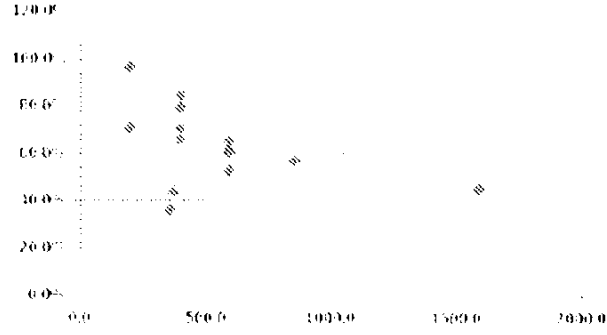
Şekil 2B

200A'da (790 A/m²) ve 1RPM'de Akım Verimliliği İls Pb Konsantrasyonu



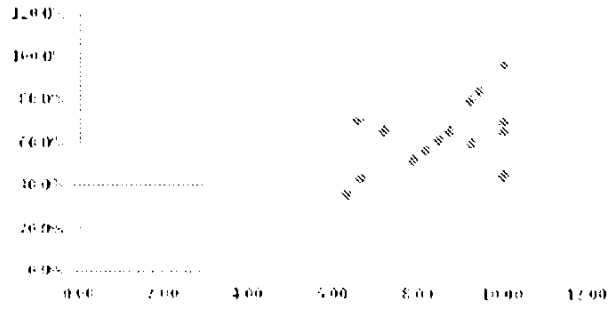
Şekil 3B

%CE Teori İla A/m²



Şekil 3B

%CE Teori İla Konsantr Pb



Şekil 3C