

ÖZET**BİR AKÜ HÜCRESİNDE BİR LİTYUM KAPLAMANIN ÖNLENMESİNE YÖNELİK
YÖNTEM**

- 5 Mevcut buluş, bir şarj ve/veya deşarj akımı profilinin tespit edilmesi (S101); eğitilmiş bir algoritma tarafından şarj ve/veya deşarj akımı profiline dayalı olarak bir anot potansiyelinin (111) belirlenmesi (S102) ve belirlenen anot potansiyeline dayalı olarak bir aküye yönelik bir şarj akımının kontrol edilmesi (S103) adımlarını içeren, bir akü hücrelerinde bir lityum kaplamanın önlenmesine yönelik bir yöntem ile ilgilidir.

10

(Şekil 1)

İSTEMLER

1. Bir akü hücresinde (101) bir lityum kaplamanın önlenmesine yönelik bir yöntem olup, özelliği; aşağıdaki adımları içermesidir.
5
- bir şarj ve/veya deşarj akımı profilinin (105) tespit edilmesi (S101);
- eğitilmiş bir algoritma (103-A) tarafından şarj akımına (113) dayalı olarak bir anot potansiyelinin (111) belirlenmesi (S102);
- belirlenen anot potansiyeline (111) dayalı olarak bir aküye (100) yönelik bir şarj akımının (113) kontrol edilmesi (S103).
10
2. İstem 1'e göre yöntem olup, özelliği; algoritmanın (103-A), önceden belirlenmiş bir anot potansiyeli (111) ile çok sayıda hesaplanmış şarj ve/veya deşarj akımı profili (105) yoluyla eğitilmesidir.
15
3. İstem 2'ye göre yöntem olup, özelliği; önceden belirlenmiş bir şarj ve/veya deşarj akımı profili (105) için anot potansiyelinin (111), bir elektrokimyasal hücre modeli (117) kullanılarak hesaplanmasıdır.
- 20 4. İstem 3'e göre yöntem olup, özelliği; elektrokimyasal hücre modelinin (117), gözenekli bir elektrot yapısı, tek parçacıklı bir elektrot yapısı veya elektrolitli tek parçacıklı bir elektrot yapısı kullanmasıdır.
- 25 5. İstem 3 veya 4'e göre yöntem olup, özelliği; elektrokimyasal hücre modelinin (117), önceden belirlenmiş şarj ve/veya deşarj akımı profillerini (105) kullanmasıdır.
6. İstem 5'e göre yöntem olup, özelliği; şarj ve/veya deşarj akımı profilinin (105) bir elektrikli araç simülasyonuna (115) dayalı olarak hesaplanmasıdır.
30
7. Önceki istemlerden birine göre yöntem olup, özelliği; eğitilmiş algoritmanın (103-A), bir yapay sinir ağını içermesidir.
- 35 8. Önceki istemlerden birine göre yöntem olup, özelliği; algoritmanın (103-A), şarj akımını (113) dinamik olarak kontrol etmek amacıyla ek olarak bir akü akımının, bir

akü voltajının, bir akü sıcaklığının ve/veya bir akü durumunun gerçek bir değerini kullanmasıdır.

5 9. Önceki istemlerden birine göre yöntem olup, özelliği; şarj akımının (113) önceden belirlenmiş bir değer altına düşüp düşmediğinin veya bunu aşp aşmadığının kontrol edilmesidir.

10 10. Bir akü hücresinde (101) bir lityum kaplamanın önlenmesine yönelik bir cihaz (200) olup, özelliği; aşağıdakileri içermesidir (200):

10

- bir şarj akımının (113) tespit edilmesine yönelik bir tespit cihazı;
- şarj akımına (113) dayalı olarak bir anot potansiyelinin (111) belirlenmesine yönelik eğitilmiş bir algoritma (103-A);
- belirlenen anot potansiyeline (111) dayalı olarak bir aküye (100) yönelik bir şarj akımının (113) kontrol edilmesine yönelik bir kontrol cihazı (119).

15

TARİFNAME
BİR AKÜ HÜCRESİNDE BİR LİTYUM KAPLAMANIN ÖNLENMESİNE YÖNELİK
YÖNTEM

5 Buluş, bir akü hücresinde bir lityum kaplamanın önlenmesine yönelik bir yöntem ve bir akü hücresinde bir lityum kaplamanın önlenmesine yönelik bir cihaz ile ilgilidir.

Lityum-iyon aküler geleceğin enerji depolaması olarak kabul edilmektedir. Küçük bir alanda çok fazla akım depolayabilirler ve nispeten hafiftirler. Bununla birlikte, lityum iyon
10 aküler, akü şarj edildiğinde anot tarafında metalik lityumun oluştuğu ve anotta biriktiği lityum kaplama sorununa sahiptir. Bu, akünün ömrünü kısaltır veya kısa devreye veya yangına neden olur. Lityum kaplama, hızlı şarj modunda veya şarj işlemi sırasında düşük ortam sıcaklıklarında özellikle belirgindir. Aküyü 0V'ye veya yakınına kadar derin deşarj etmek lityum kaplamaya neden olabilir.

15

Bu amaçla, birkaç ayrı akü hücresinden oluşan bir akünün anot potansiyeli izlenir. Bu amaçla, bu akü hücrelerinin her birine bir referans elektrot takılır. Bununla birlikte, bir elektrikli aracın aküsü çok sayıda akü hücresi içerdiğinden, bu tür referans elektrotlarının bu ayrı akü hücrelerinin her birine eklenmesi zordur ve çok fazla çaba gerektirir. Bu
20 nedenle, anot potansiyeli için matematiksel tahmin yöntemleri sıklıkla kullanılır.

Anot potansiyelini matematiksel olarak hesaplamaya yönelik elektrokimyasal modeller kullanılabilir. Bu modeller hesaplama açısından pahalıdır ve güçlü işlemciler gerektirir. Bu, gerekli bilgi işlem gücünü kullanılabilir hale getirmek amacıyla büyük çaba gerektirir.
25 Ayrıca, bu hesaplamalar gerçek zamanlı bir kontrolörde kullanım için çok yavaştır.

CN 110 059 342 A belgesi, bu tür bir parametre tahmin yöntemi ile ilgilidir.

Bir aküde lityum kaplamayı önlemek buluşun teknik amacıdır. Ayrıca, verimliliği
30 düşürmeden teknik çaba mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır.

Buluşa göre yöntem bir akü hücresinde bir lityum kaplamanın önlenmesine hizmet eder ve bir şarj ve/veya deşarj akımı profilinin tespit edilmesi; eğitilmiş bir algoritma tarafından şarj akımına dayalı olarak bir anot potansiyelinin belirlenmesi ve belirlenen anot
35 potansiyeline dayalı olarak aküye yönelik bir şarj akımının kontrol edilmesi adımlarını

5 içerir. Yöntem, eğitilmiş algoritmanın bir akünün anot potansiyelini hızlı ve hassas bir şekilde belirlemesi gibi teknik bir avantaj sağlar. Eğitilmiş algoritma, örneğin, çok sayıda önceden belirlenmiş şarj ve/veya deşarj akımı profilleri ile ilişkili anot potansiyelleri ile eğitilmiş bir yapay sinir ağı tarafından oluşturulur. Tespit edilen bir şarj ve/veya deşarj akımı profilinin eğitilmiş sinir ağına girilmesi halinde, eğitilmiş sinir ağı ilişkili bir anot potansiyeli çıkarır. Eğitilmiş algoritmayı kullanarak, güçlü işlemcilerden ve zaman alıcı hesaplama modellerinden vazgeçilebilir, böylece teknik çaba azaltılır. Ek olarak, eğitilmiş algoritma kullanılarak uzun hesaplamalardan kaçınılması ve yöntemin örneğin bir motorlu taşıtta olduğu gibi gerçek zamanlı bir kontrolörde de kullanılabilmesi teknik

10 avantajı elde edilir.

Yöntemin teknik olarak avantajlı bir düzenlemesinde, algoritma, önceden belirlenmiş anot potansiyelleri ile çok sayıda hesaplanmış şarj ve/veya deşarj akımı profilleri kullanılarak eğitilir. Bir modelde şarj ve/veya deşarj akımı profilleri ve anot potansiyelleri hesaplanabilir. Bu, örneğin, bu şekilde öğretilmiş algoritmanın, tespit edilen şarj ve/veya deşarj akımı profillerini uygun anot potansiyeline hızlı ve hassas bir şekilde atayabilmesi gibi teknik avantaj sağlar. Algoritma için ne kadar karşılaştırmalı veri mevcutsa, eğitilmiş algoritma anot potansiyelini o kadar kesin olarak belirleyebilir.

20 Yöntemin teknik olarak avantajlı bir diğer düzenlemesinde, önceden belirlenmiş bir şarj ve/veya deşarj akımı profili için anot potansiyeli, bir elektrokimyasal hücre modeli kullanılarak hesaplanır. Bu hesaplanmış anot potansiyelleri, ilgili şarj ve/veya deşarj akımı profilleri ile birlikte bir veri kaydı olarak depolanır ve algoritmayı eğitmek için kullanılır. Hesaplama, örneğin yüksek performanslı bilgisayarlarda yapılabilir. Bu, örneğin, gerçekten yüksek hesaplama gücü gerektiren ve gerçekçi veriler sağlayan elektrokimyasal hücre modellerinin kullanılabilmesi gibi teknik avantaj sağlar. Bu hesaplama algoritma eğitilmeden yapıldığından, elektrokimyasal hücre modelleri kullanılarak hesaplama için gereken hesaplama süresi yöntemi yavaşlatmaz. Gerçek zamanlı kontrolör durumunda algoritma, gerçekçi karşılaştırmalı verilere sahiptir. Bu şekilde, tespit edilen her bir şarj ve/veya deşarj akımı profiline hızlı ve hassas bir şekilde gerçekçi bir anot potansiyeli atanabilir. Birkaç elektrokimyasal hücre modelinin kombinasyonu yoluyla hesaplama yapmak da mümkündür. Bu, örneğin farklı modellerin avantajlarının birbiriyle birleştirilmesi gibi teknik avantaj sağlar.

30

Yöntemin teknik olarak avantajlı bir diğer düzenlemesinde, elektrokimyasal hücre modeli, gözenekli bir elektrot yapısı (DFN - Doyle-Fuller Newman), tek parçacıklı bir elektrot yapısı (SPM – Single Particle Method) veya elektrolitli tek parçacıklı bir elektrot yapısını (SPMe - Single Particle Model with Electrolyte) kullanır. Örneğin, Psödo-2-

5 Boyutlu veya P2D olarak da bilinen Doyle-Fuller Newman (DFN) yöntemi, doğru ve gerçekçi anot potansiyel çıktıları elde etme teknik avantajına sahiptir. P2D modeli, gözenekli elektrot yapısına dayalı ve lityum iyon akü araştırmalarında kullanılabilen fiziksel bir modeldir.

10 Öte yandan, tek parçacıklı elektrot yapısına sahip SPM modeli, gözenekli yapıyı tek bir parçacığa indirgediğinden P2D modeline göre daha az matematiksel ifade içerir. Sonuç olarak, daha hızlı ve neredeyse gerçek zamanlı olarak çalışabilir. Elektrolitli tek parçacıklı elektrot yapısına sahip SPM modeli, SPM modelini elektrolitin etkisini hesaba katan ek değişkenler ve matematiksel denklemler ile birleştirir.

15

Yöntemin teknik olarak avantajlı bir diğer düzenlemesinde, elektrokimyasal hücre modeli tarafından belirtilen şarj ve/veya deşarj akımı profilleri kullanılır. Bu, örneğin algoritmayı eğitmek için daha kesin karşılaştırma verilerinin mevcut olması gibi teknik avantaj sağlar. Sonuç olarak, eğitilmiş algoritma ile anot potansiyeli daha kesin olarak belirlenebilir.

20

Yöntemin teknik olarak avantajlı bir diğer düzenlemesinde, şarj ve/veya deşarj akımı profili, bir araç için bir sürüş simülasyonu temelinde hesaplanır. Elektrokimyasal hücre modelleri için giriş (Input) olarak çeşitli şarj ve deşarj akımı profilleri oluşturulabilir. Deşarj akımı profillerinin örnekleri, örneğin, sürüş sırasında aktif deşarj veya araç park halindeyken ve kapatıldığında akünün pasif deşarjıdır. Aktif ve pasif deşarj bileşenine sahip deşarj akımı profillerini hesaplamak da mümkündür.

25

Bu sürüş simülasyonu için akünün takılacağı aracın gerçek parametreleri veya akünün kendisinin gerçek parametreleri kullanılabilir. Bu tür parametreler örneğin akü tipi, elektrik motoru tipi ve aracın fiziksel parametrelerini içerir. Bu, örneğin algoritmanın gerçek araç veya akü parametrelerine dayalı veriler ile eğitilmesi gibi teknik avantaj sağlar. Bu şekilde hesaplanan veriler pratiktir ve anot potansiyelinin daha kesin bir şekilde belirlenmesini sağlar.

30

Yöntemin teknik olarak avantajlı bir diğer düzenlemesinde, eğitilmiş algoritma bir yapay sinir ağı içerir. Bu, örneğin ek eğitim verileri kullanılarak eğitilmiş algoritmanın daha da geliştirilmesi ve optimize edilebilmesi gibi teknik avantaj sağlar. Bu, özellikle gerçek zamanlı kontrol cihazlarında çalışmak için önemlidir.

5

Yöntemin teknik olarak avantajlı bir diğer düzenlemesinde, eğitilmiş algoritma, bir akü yönetim sisteminde (BMS – Battery Management System) bir PID kontrolörü (PID - Oransal-İntegral-Türevsel) ile birlikte entegre edilir. Bu PID kontrolörü, şarj akımına yönelik istenen ayar değeri ve ölçülen şarj akımı arasındaki farkı kullanarak bir sapma değeri hesaplar ve bir geri besleme (Feedback) sağlar. Bu, örneğin şarj akımının sürekli olarak izlenmesi ve optimize edilmesi gibi teknik avantaj sağlar. Örneğin, bulanık mantık algoritmalarına veya model tabanlı ileri beslemeli kontrol algoritmalarına dayanan diğer kontrol mekanizmaları da kullanılabilir.

10

15

Yöntemin teknik olarak avantajlı bir diğer düzenlemesinde algoritma, şarj akımını dinamik olarak kontrol etmek amacıyla ek olarak bir akü akımının, bir akü voltajının, bir akü sıcaklığının ve/veya bir akü durumunun gerçek bir değerini kullanır. Bu, örneğin akü hücrelerinin izlenebilmesi ve şarj akımının optimize edilebilmesi gibi teknik avantaj sağlar.

20

Yöntemin teknik olarak avantajlı bir diğer düzenlemesinde, şarj akımının önceden belirlenmiş bir değerin altına düşüp düşmediği veya bunu aşp aşmadığı kontrol edilir. Bu, örneğin, şarj işleminde düzensizlikler olması durumunda, örneğin arızalı bir şarj istasyonu durumunda akünün bozulmaması için bunun erken durdurulabilmesi gibi teknik avantaj sağlar.

25

Yöntemin teknik olarak avantajlı bir diğer düzenlemesinde, tespit edilen veriler, bir İnternet bağlantısı kurulana kadar dahili bir bellekte depolanır. Toplanan veriler daha sonra daha fazla değerlendirileceği bir buluta aktarılır. Bu, örneğin yeni algoritmaların pratik olarak kaydedilen bu veriler kullanılarak eğitilebilmesi veya mevcut algoritmaların birden fazla elektrikli araçtan toplanan veriler kullanılarak optimize edilebilmesi gibi teknik avantaj sağlar. Örneğin, mevcut bir algoritma bu prosedür kullanılarak her 3 ayda bir kontrol edilebilir ve optimize edilebilir.

30

35

Bir akü hücresinde bir lityum kaplamanın önlenmesine yönelik buluşa göre cihaz, bir şarj akımının tespit edilmesine yönelik bir tespit cihazı; şarj akımına dayalı olarak bir anot

potansiyelinin belirlenmesine yönelik eğitilmiş bir algoritma; ve belirlenen anot potansiyeline dayalı olarak bir aküye yönelik şarj akımının kontrol edilmesine yönelik bir kontrol cihazı içerir. Bu cihaz, yöntem ile aynı teknik avantajları sağlar.

5 ŞEKİLLERİN AÇIKLAMASI

Buluşun düzenleme örnekleri, aşağıdaki şekillere referansla daha detaylı olarak açıklanır. Burada:

- 10 Şekil 1 bir akü hücresinde bir lityum kaplamanın önlenmesine yönelik bir yöntemin bir blok diyagramını gösterir; ve

Şekil 2 bir akü hücresinde bir lityum kaplamanın önlenmesine yönelik bir yöntemin bir şematik gösterimini gösterir.

15

Parça referanslarının açıklaması:

S101: Bir şarj ve/veya deşarj akımı profilinin tespit edilmesi

S102: Anot potansiyelinin belirlenmesi

- 20 S103: Şarj akımının kontrol edilmesi

100: Akü

101: Akü hücresi

103-A: Algoritma

103-O: Algoritma

- 25 105: Şarj ve/veya deşarj akımı profili

107: Bulut

111: Anot potansiyeli

113: Şarj akımı

115: Elektrikli araç simülasyonu

- 30 117: Hücre modeli

119: Kontrol cihazı

121: Şarj cihazı

V: Veri

A: Akım

- 35 İE: İlk Eğitim

AR: Araç

AYS: Akü Yönetim Sistemi

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLAMASI

5

Şekil 1, bir akü hücresinde bir lityum kaplamanın önlenmesine yönelik yöntemin bir blok diyagramını gösterir. Bir birinci adımda, bir şarj ve/veya deşarj akımı profili (105) tespit edilir (S101). Şarj ve/veya deşarj akımı profili (105), örneğin, akü hücresinin (101) şarj ve/veya deşarj akımının önceden belirlenmiş bir süre boyunca bir akım sensörü tarafından kaydedilmesi ile tespit edilebilir. Sonuç olarak, zamanla şarj ve/veya deşarj akımının bir profili (105) elde edilebilir.

Daha sonra adımda akü hücresinin (101) bir anot potansiyeli (111) şarj ve/veya deşarj akımı profili (105) bazında eğitilmiş bir algoritma ile belirlenir (anot potansiyelinin belirlenmesi (S102) adımı). Bu amaçla eğitilmiş algoritma, tespit edilen şarj ve/veya deşarj akımı profilini (105) giriş olarak alır ve çıkış olarak anot potansiyelini sağlar. Eğitilmiş algoritma, akü hücresinin elektrokimyasal simülasyonunu kullanmaz, ancak eğitilmiş eğitim verilerine dayalı olarak girilen şarj ve/veya deşarj akımı profiline anot potansiyeli tahsis eder. Eğitilmiş algoritma, örneğin, önceden hesaplanmış bir anot potansiyeli ile çok sayıda şarj ve/veya deşarj akımı profili ile eğitilmiş (eğitilen) bir yapay sinir ağını içerebilir. Yeni bir şarj ve/veya deşarj akımı profilinin girilmesi halinde, sinir ağı anot potansiyelini belirler.

Şark akımının kontrol edilmesi (S103) adımı, bu belirlenen anot potansiyeli temelinde aküye yönelik bir şarj akımı belirlenir. Bir kontrol cihazı (kontrolör), şarj akımını, örneğin anot potansiyeli 0 V değerine yaklaşır yaklaşmaz, örneğin şarj akımı azaltılacak şekilde kontrol eder. Anot potansiyeli yükselir yükselmez şarj akımı da tekrar yükseltilebilir. Kontrol cihazı, örneğin, bir PID kontrolörü, bir bulanık mantık algoritması veya bir model bazlı ileri beslemeli kontrol algoritması gibi anot potansiyelinin önceden tanımlanmış bir değeri için karşılık gelen bir şarj akımı üreten bir elektrik devresi içerir.

Lityum iyon aküleri şarj ederken, özellikle yüksek akım hızlarında şarj ederken, akülerin daha güvenli koşullarda çalışması gerekir. Anot yüzeyinde metalik lityum biriktiğinden, yüksek akımlar kapasite kaybına ve dahili kısa devreye neden olabilir. Yöntem, özellikle

hızlı şarj sırasında meydana gelen akü hücresi kapasite kaybını ve dahili kısa devreleri etkili bir şekilde önleyebilir.

Ek olarak, buluşa göre yöntem, kısa devreler etkin bir şekilde önlendiğinden, şarj süresinin kısaltılması ve şarj koşullarının daha güvenli olması gibi teknik avantaj sağlar. Akü hücrelerinin nazikçe şarj edilmesi, metalik lityumun çökmesi önlendiğinden ve akü hücresinin orijinal kapasitesi korunduğundan, bu şekilde şarj edilmiş aküleri kullanan elektrikli araçlar (AR) için daha büyük menzillere de yol açar.

Şekil 2, anot kontrollü hızlı şarj (Anode Controlled Fast Charging) için bir yöntemin bir akış diyagramını gösterir. Lityum kaplama, anot potansiyeli 0 V'ye yakın veya altında olduğunda meydana gelir. Bir akü hücresinin (101) anot potansiyeli bu nedenle sıklıkla ölçülür. Bu amaçla, akü hücresine (101) fiziksel olarak bir referans elektrot takılır. Ancak, bir elektrikli araç aküsü (100) çok fazla akü hücresi (101) içerdiğinden ve referans elektrotların takılması zor ve pahalı olduğundan, bunun yerine bir anot potansiyeli hesaplaması yapılabilir. Fiziksel tabanlı elektrokimyasal hücre modelleri, akü hücresinin (101) anot potansiyeli hakkında bilgi sağlayabilir. Ancak bu modeller örneğin diferansiyel denklemler gibi çok fazla matematiksel denklem içerdiğinden gerçek zamanlı kontrolörde kullanım için uygun değildir.

Hızlı çalışan veya gerçekçi veriler sağlayan elektrokimyasal hücre modelleri vardır. Bu hücre modellerinden birincisi, doğru ve gerçekçi sonuçlar veren Doyle-Fuller-Newman yöntemidir. P2D hücre modeli, gözenekli elektrot yapısına dayalı fiziksel bir modeldir. Tek Parçacıklı Model başka bir elektrokimyasal hücre modelidir ve akü hücresinin (101) gözenekli yapısını tek bir parçacığa indirgediğinden P2D modelinden daha az matematiksel ifade içerir. Bu nedenle, bir kontrol cihazında daha hızlı ve gerçek zamanlı olarak çalışabilir, ancak P2D modelinden daha az doğru sonuçlar verir.

Elektrokimyasal hücre modeli (117), elektrikli araç simülasyonundan (115) hesaplanan şarj ve/veya deşarj akımı profillerini (105) kullanır. Elektrokimyasal hücre modelinden (117) anot potansiyellerini elde etmek amacıyla, hücre modeline (117) giriş olarak önceden belirlenmiş şarj ve deşarj akımı profilleri (105) girilir.

Hücre modeline (117) giriş için bir sürüş çevrimi gibi belirli bir şarj ve deşarj akımı profili (105) oluşturmak amacıyla bir elektrikli araç simülasyonu (115) oluşturulur. Bu

simülasyon oluşturulurken, seçilen bir aracın akü, elektrik motoru ve diğer fiziksel parametreler gibi özellikleri kullanılır. Üretilen şarj ve deşarj akımı profilleri (105), algoritmayı (103-A) eğitmek için istenen girişi üretmek için elektrokimyasal hücre modelleri (117) ile birlikte kullanılır.

5

Eğitilmiş algoritma (103-A), gerçek zamanlı kontrolü gerçekleştirmek için bir yapay zeka yöntemi kullanır. LSTM yöntemi (Uzun Kısa Süreli Bellek) burada kullanılır. Bu, bir bellek bloğu içerir ve hızlı çalışır. LSTM yöntemi, daha iyi bellek için bir LSTM hücresi için üç kapı tipi kullanarak bu sorunu çözer: Bir giriş kapısı (Input Gate), bir hatırla ve unut kapısı (Forget Gate) ve bir çıkış kapısı (Output Gate). Bu şekilde, geleneksel tekrarlayan sinir ağlarının aksine, LSTM yöntemi, önceki deneyimlerin hatırlanmasını mümkün kılar. Bununla birlikte, LSTM yöntemi yerine, tekrarlayan sinir ağı (Recurrent Neural Network - RNN) gibi tahmin yetenekleri olan bir sinir ağının başka bir algoritması kullanılabilir.

10

15

P2D modeli, algoritma (103-A) için eğitim ve test verileri, yani belirli bir şarj ve/veya deşarj akımı profilinde anot potansiyelinin bir değerini üretir. Hesaplanan anot potansiyeli ile oluşturulan önceden belirlenmiş şarj ve/veya deşarj akımı profilleri, algoritmayı (103-A) eğitmek için kullanılır. Öğretilmiş algoritma (103-A) ve bir PID kontrolörü gibi bir kontrol cihazı (119), akü yönetim sisteminde (AYS) anot potansiyelinin (111) çevrimiçi hesaplanması ve şarj akımının (113) optimize edilmesi için kullanılır.

20

Bu şekilde hesaplanan anot potansiyeli (111) değeri, dinamik olarak değişen bir şarj akımı (113) oluşturmak amacıyla kontrol cihazına (119) gönderilir. Kontrol cihazı (119), şarj akımı (113) güvenli sınırlar içinde olacak ve aşmayacak şekilde tasarlanır. Bir PID kontrolör yerine bulanık mantık veya model bazlı ileri beslemeli kontrol (Model-Based-Feed-Forward-Control) gibi kontrol algoritmaları da kontrol cihazı (119) olarak kullanılabilir.

25

Kontrol cihazı (119) daha sonra ürettiği yeni şarj akımı (113) verilerini şarj cihazına (121) gönderir. Şarj cihazı (121) bu şarj verileri ile aküyü (100) şarj eder. Amaç, bir kontrol döngüsü (Control Loop) oluşturarak şarj akımını (113) dinamik olarak kontrol etmektir, böylece aküden (100) alınan mevcut akım, voltaj, sıcaklık ve şarj durumu (SoC – State of Charge) bilgisi, eğitilmiş algoritmaya (103-A) geri gönderilir. Bu şekilde, akü hücresi, hesaplanan anot potansiyeli (111) önceden belirlenmiş bir eşik değerine karşılık gelecek veya bu değeri aşacak şekilde şarj edilerek lityum kaplama önlenir.

35

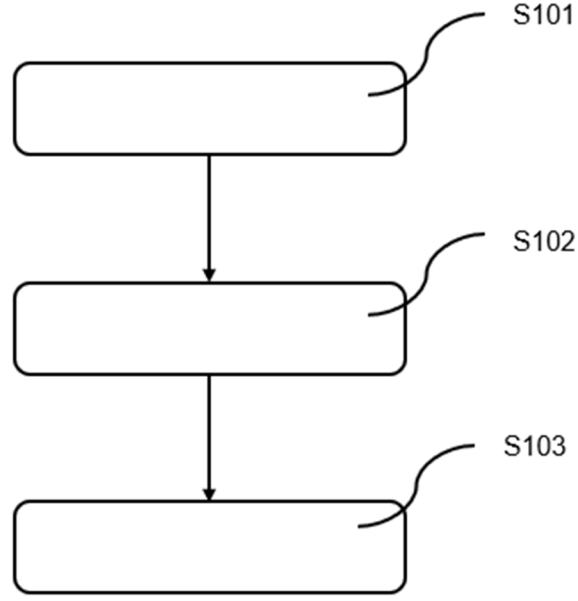
Algoritmanın (103-A) ilk eğitiminden (İE) sonra, akünün (100) dinamikleri zamanla değiştiğinden ve gerçek verilerle eğitim daha verimli ve gerçekçi olduğundan yeniden eğitim gerçekleştirilebilir. Akım (A), sıcaklık veya voltaj verileri gibi toplanan akü verileri (123) aracın internet bağlantısının olması halinde bir buluta (107) (internet deposuna) gönderilir. Daha sonra toplanan akü verileri (123) bir buluta (107) aktarılır. Burada yüksek performanslı bilgisayarlar ile analiz edilirler. Örneğin, elektrokimyasal hücre modeli (117) ve algoritma (103-O) analiz için kullanılabilir.

- 10 Bulut ayrıca yeniden eğitim için alan sunar. Bu şekilde akü hücresinden (101) toplanan bilgiler algoritmayı (103-A) yeniden eğitmek için kullanılabilir. İlk eğitimde olduğu gibi, eğitim için elektrokimyasal hücre modeli (117) ve algoritma (103-O) kullanılır. Bu durumda, yeniden eğitimin bu hücre modelleri (117) bulutta çalışır. Yeni eğitilen algoritma (103-O), ağırlıklar, eğilim değerleri veya tekrarlayan ağırlıklar gibi yeni
- 15 katsayılar sağlar. Bu katsayılar havadan (Over the Air - OTA) algoritmaya (103-A) gönderilir. Örneğin, algoritma (103-A) üç ay geçtiğinde veya SoH değeri %5 düştüğünde yeniden eğitilebilir.

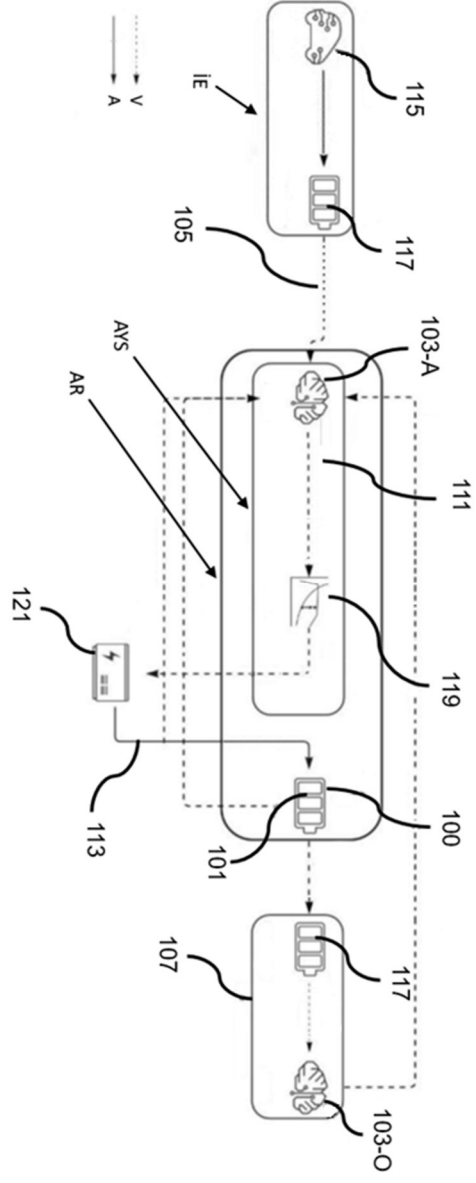
- Yöntem, çok sayıda akü hücresinden (101) oluşan bir aküde (100) lityum kaplamanın önlenmesine hizmet eder. Bu sayede, eğitilmiş algoritma kullanılarak uzun hesaplamalardan kaçınılması ve böylece yöntemin örneğin bir motorlu taşıtta olduğu gibi gerçek zamanlı bir kontrolörde de kullanılabilmesi teknik avantajı elde edilir.

- 25 Buluşun ayrı düzenlemeleri ile bağlantılı olarak açıklanan ve gösterilen tüm özellikler, avantajlı etkilerini aynı anda gerçekleştirmek amacıyla buluşa göre konuda farklı kombinasyonlarda sağlanabilir.

- Tüm yöntem adımları, ilgili yöntem adımını gerçekleştirmek için uygun cihazlar tarafından uygulanabilir. Fiziksel özellikler tarafından gerçekleştirilen tüm işlevler, bir
- 30 yöntemin yöntem adımı olabilir.



Şekil 1



Şekil 2