



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900407673
Data Deposito	07/12/1994
Data Pubblicazione	07/06/1996

Priorità	182.718
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	M		

Titolo

SEPARATORE PER BATTERIA

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:**«SEPARATORE PER BATTERIA»**

di: PALL CORPORATION, nazionalità statunitense,
2200 Northern Boulevard East Hills, New York
11548 (Stati Uniti)

Inventori designati: Degen Peter John, Yuen Lee
Joseph

Depositata il: 7 DIC. 1994 TO 94A000999

CAMPO TECNICO DELL'INVENZIONE

La presente invenzione riguarda un separatore per batteria e un procedimento di produzione associato, come pure una batteria a elettrolita impoverito contenente il separatore per batteria. In particolare, la presente invenzione riguarda un separatore per batteria avente bassa resistenza elettrolitica e elevata uniformità.

SFONDO DELL'INVENZIONE

Un'ampia varietà di prodotti, dalla elettronica rivolta ai consumatori ai veicoli elettrici azionati da batterie utilizzano sorgenti di energia elettrochimiche. Analogamente, vi sono un gran numero di batterie primarie e secondarie che sono state concepite o proposte per queste varie applicazioni. Ad esempio, sono noti

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

i seguenti sistemi elettrochimici: AgO/Zn , $\text{Ag}_2\text{O/Zn}$, HgO/Zn , HgO/Cd , Ni/Zn , Ni/Cd , Ni/MH , e Zn/aria .

Una batteria è un dispositivo che è in grado di convertire energia elettrochimica in corrente continua e può essere designata o come batteria primaria o come batteria secondaria. La differenza tra le batterie primarie e le batterie secondarie consiste nel tipo di materiale elettrochimicamente attivo che è impiegato. Le batterie primarie, o celle a combustibile, sono definite come quei sistemi di batteria che creano corrente elettrica tramite l'ossidazione di combustibili fossili e loro derivati. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 3, 545 e seg. (1978). Come tali, quando il combustibile si è completamente consumato, la vita della batteria risulta completamente esaurita. Le celle secondarie, d'altro canto, generano corrente elettrica tramite reazioni chimiche reversibili, e pertanto possono essere ricaricate applicando una corrente esterna attraverso la batteria, in una direzione opposta al normale flusso di corrente. Id. a 569.

Le batterie sono costituite da una o più

celle di batteria.

Nella sua forma più elementare, una cella di batteria comprende una coppia di piastre, cioè un anodo e un catodo, un separatore per batteria, ed un elettrolita. Quando un carico viene applicato alla batteria, elettroni sono generati tramite ossidazione in corrispondenza dell'anodo. Gli elettroni così generati passano attraverso il carico, quindi ritornano alla cella di batteria in corrispondenza del catodo, ove il catodo è ridotto.

In queste celle di batteria, la soluzione elettrolitica, cioè la soluzione contenente l'elettrolita, è il mezzo per il trasporto di massa tra le piastre. Le funzioni primarie del separatore per batteria sono di impedire contatto fisico tra le piastre e ritenere la soluzione elettrolitica. In una cella di batteria a elettrolita impoverito, il separatore occupa completamente lo spazio tra le piastre, e la soluzione elettrolitica è completamente contenuta entro il separatore per batteria. Il separatore per batteria funziona così come il serbatoio per la soluzione elettrolitica in queste celle.

I separatori per batterie per questi si-

stemi elettrochimici possiedono vantaggiosamente una varietà di caratteristiche. Ad esempio, il separatore per batteria deve essere suscettibile di poter essere bagnato spontaneamente, uniformemente e permanentemente al fine di accogliere la soluzione elettrolitica, che è tipicamente acquosa. La bagnabilità spontanea del separatore per batteria garantisce che l'assorbimento della soluzione elettrolitica da parte del separatore per batteria durante la fabbricazione della batteria non abbia a determinare l'esistenza di zone localizzate prive di elettrolita, ad esempio bolle di gas, entro il separatore per batteria, che sarebbero suscettibili di influenzare nocivamente le prestazioni. La bagnabilità uniforme del separatore per batteria garantisce che i separatori per batteria abbiano proprietà coerenti e che, perciò, batterie fabbricate impieganti questi separatori abbiano a fornire prestazioni coerenti e prevedibili. La bagnabilità permanente del separatore per batteria garantisce che, durante la vita di servizio di una batteria, il separatore per batteria non abbia a sviluppare zone localizzate prive di elettrolita, ad esempio bolle di gas, entro il separatore per batte-

IACQUES & FIORELLA

ria, che sarebbero suscettibili di alterare e influenzare nocivamente le prestazioni.

Il separatore deve inoltre essere dimensionalmente stabile, e preferibilmente non deve rigonfiare in modo significativo in seguito alla introduzione della soluzione elettrolitica. Naturalmente, il separatore per batteria deve pure essere chimicamente inerte alle gravose condizioni acide o alcaline comunemente presenti entro le celle delle batterie. In aggiunta, il separatore per batteria deve avere un'elevata resistenza meccanica. Preferibilmente, la resistenza meccanica del separatore per batteria nella direzione macchina è di almeno 5 libbre/pollice lineare di larghezza (circa 90 kg/m). Più preferibilmente, la resistenza a trazione del separatore per batteria nella direzione macchina è di almeno circa 10 libbre/pollice lineare di larghezza (circa 180 kg/m). Ciò consentirà al separatore per batteria di essere incluso in una batteria impiegando processi di fabbricazione convenzionali.

Un'altra caratteristica desiderata di un simile separatore per batteria è che esso presenti una resistenza elettrolitica minima, pre-

feribilmente una resistenza inferiore a circa $50\text{m}\Omega\text{-pollice}^2$ (circa $320\text{ m}\Omega\text{-cm}^2$), ad esempio circa $15\text{-}50\text{ m}\Omega\text{-pollice}^2$ (circa $95\text{-}320\text{ m}\Omega\text{-cm}^2$), o anche bassa dell'ordine di circa $10\text{ m}\Omega\text{-pollice}^2$ (circa $65\text{ m}\Omega\text{-cm}^2$) o meno, misurata in 40% KOH a 1000 Hz a 23°C , o determinata mediante i requisiti di una data cella di batteria. Una resistenza elettrolitica minima è importante per una pluralità di ragioni. Ad esempio, se la resistenza elettrolitica è troppo grande, allora le velocità di ossidazione e riduzione delle piastre elettrodiche saranno ritardate, e la potenza di uscita della batteria sarà corrispondentemente ridotta.

La resistenza elettrolitica di un separatore per batteria è una funzione diretta della capacità dell'elettrolita di passare attraverso il separatore. In aggiunta, questa resistenza dipende dalla quantità di elettrolita contenuta entro il separatore. Per questa ragione, il separatore per batteria è preferibilmente progettato in modo tale che la soluzione elettrolitica è rapidamente e completamente assorbita ad imbibimento dal separatore per batteria. In altre parole, il separatore per batteria deve avere

un'elevata capillarità e essere completamente bagnato. Inoltre, per la facilità della fabbricazione della batteria, il separatore per batteria deve essere in grado di assorbire rapidamente con effetto stoppino la soluzione elettrolitica quando la soluzione è introdotta nel separatore. In aggiunta, è altamente desiderabile che il separatore per batteria abbia una capacità di assorbimento elevata e coerente, cioè che esso sia in grado di assorbire una grande quantità di soluzione elettrolitica. Preferibilmente, un separatore per batteria deve essere in grado di assorbire il 100-300% del suo peso di una soluzione elettrolitica.

Un separatore per batteria ha pure preferibilmente una struttura uniforme. Ciò comporta che sia lo spessore assoluto del separatore che la densità del separatore devono essere uniformi. Se la struttura entro il separatore per batteria non è uniforme, allora la resistenza elettrolitica della batteria può divenire non uniforme, ad esempio a causa della formazione di zone localizzate prive di soluzione elettrolitica, ad esempio bolle di gas, entro il separatore. Ciò può portare ad una disuniforme distribu-

zione della corrente entro il separatore per batteria. Inoltre, se la concentrazione di elettrolita entro il separatore per batteria dovesse divenire meno uniforme nel tempo, allora la resistenza elettrolitica può aumentare ad un livello tale da rendere la batteria inoperativa.

Un ulteriore vantaggio di un separatore uniforme è costituito dal fatto che le proprietà di ciascun separatore prodotto mediante un dato processo di fabbricazione saranno coerenti e prevedibili. Durante il procedimento di fabbricazione, dozzine di separatori per batterie possono essere tagliati da un singolo rotolo di materiale. Se le proprietà fisiche del lotto di materiale variano, allora i separatori prodotti dal materiale possono avere caratteristiche imprevedibili. Ad esempio, la quantità di elettrolita assorbita ad imbibimento da ciascun separatore può variare, determinando difficoltà con il procedimento di fabbricazione della batteria finale. Inoltre, nel caso un dato lotto di separatori per batterie abbiano resistenze elettrolitiche diverse, possono verificarsi ampie fluttuazioni nelle tensioni e nelle potenze di uscita delle batterie prodotte con questi separatori.

Vari separatori per batterie sono stati progettati col passare degli anni in un tentativo di ottenere uno o più di questi vantaggi desiderabili. Al tempo stesso, in molti casi la progettazione dei separatori per batterie ha compromesso un gran numero di caratteristiche desiderabili. Ad esempio, in conseguenza di sforzi volti al rendere la superficie dei separatori per batterie spontaneamente bagnabile, molti separatori per batterie sono formati con materiali che sono suscettibili di essere lisciviati via dalla soluzione elettrolitica. Questi materiali possono includere composti tensioattivi o altri agenti di bagnatura. Quando questi composti sono lisciviati via dal separatore per batteria, la struttura e la bagnabilità spontanea con elettrolita del separatore subisce degrado. Inoltre, i materiali lisciviati o asportati per effetto di lisciviazione contaminano la soluzione elettrolitica e possono reagire con la soluzione elettrolitica e degradarla. Ciascuno di questi effetti riduce la durata utile della batteria. Analogamente, molti separatori per batteria contengono sostanze contaminanti metalliche, che possono pure essere liscivate

via nella soluzione elettrolitica con effetti nocivi similari.

Un problema particolare che la tecnica precedente ha mancato di affrontare in modo soddisfacente è il problema delle zone localizzate "secche" entro il separatore. Disuniformità può far sì che la soluzione elettrolitica abbia ad essere incanalata o convogliata attraverso segmenti del separatore per batteria, determinando così la formazione di zone secche localizzate. Queste zone secche localizzate riducono l'area effettiva attraverso la quale la soluzione elettrolitica può passare, aumentando così la resistenza elettrolitica del separatore per batteria. La disuniformità può, in aggiunta, determinare innumerevoli problemi di fabbricazione, nel tentativo di produrre batterie aventi proprietà coerenti.

Perciò, la presente invenzione si propone di raggiungere le caratteristiche desiderate di un separatore per batterie con compromesso minimale. Così, la presente invenzione riguarda la produzione di un separatore per batteria avente bassa resistenza per il passaggio di elettrolita. Inoltre, la presente invenzione riguarda il

fornire un separatore per batteria che sia agevolmente compatibile con una soluzione elettrolitica e che abbia, ad esempio, elevata capillarità, stabilità dimensionale in seguito a bagnatura, elevata capacità di assorbimento e buona resistenza alla lisciviazione e ad altro attacco chimico. In aggiunta, la presente invenzione si propone di migliorare l'uniformità dei separatori per batterie noti nella tecnica, risolvendo così i problemi della formazione delle zone localizzate secche e del controllo della qualità di fabbricazione. Batterie complete o finite e procedimenti per la fabbricazione di separatori per batterie rientrano pure nell'ambito della presente invenzione. Questi e ulteriori vantaggi e benefici della presente invenzione risulteranno evidenti dalla descrizione della presente invenzione qui fornita.

BREVE SOMMARIO DELL'INVENZIONE

La presente invenzione fornisce un separatore per batteria che comprende uno strato di serbatoio di elettrolita non-tessuto legato ad uno strato di supporto non-tessuto. Lo strato di supporto comprende fibre aventi un diametro medio superiore a circa 15 μm . Preferibilmente, lo strato

di supporto è stato calandrato ad uno spessore inferiore a circa 10 millesimi di pollice (circa 255 μm), con una variabilità di spessore di non più di circa il 10%. Lo strato del serbatoio di elettrolita comprende fibre aventi un diametro medio di circa 10 μm o meno, e ha uno spessore inferiore a circa 15 millesimi di pollice (circa 380 μm). Preferibilmente, questo strato è soffiato da fusione direttamente sullo strato di supporto. Le fibre non-tessute che costituiscono lo strato del serbatoio di elettrolita e lo strato di supporto sono selezionate dal gruppo costituito da polietilene, polipropilene, polimetilpentene e combinazioni di questi. La presente invenzione fornisce pure un procedimento per preparare un simile separatore per batteria, come pure una batteria includente il separatore per batteria. Un separatore per batteria secondo la presente invenzione è altamente uniforme, e spontaneamente bagnabile. Inoltre, il separatore per batteria rimane spontaneamente bagnabile dopo contatto con la soluzione elettrolitica e fornisce una vita di servizio della batteria lunga e stabile.

DESCRIZIONE DELLE FORME DI REALIZZAZIONE PREFERITE

Il separatore per batteria secondo la pre-

sente invenzione comprende una struttura composta a due strati avente uno strato di macrofibre e uno strato di microfibre. Lo strato di macrofibre è uno strato di supporto non tessuto preparato da fibre di diametro relativamente maggiore, che fornisce la necessaria resistenza per il separatore per batteria. Lo strato di microfibre è uno strato di serbatoio di elettrolita non-tessuto preparato da fibre di diametro relativamente più piccolo che fornisce il serbatoio necessario per l'elettrolita contenuto dal separatore per batteria. Così, il separatore per batteria secondo la presente invenzione comprende uno strato di supporto non-tessuto comprendente, e preferibilmente costituito da, fibre aventi un diametro medio non inferiore a circa $15\text{ }\mu\text{m}$ e, legato ad esso, uno strato di serbatoio di elettrolita non-tessuto comprendente, e preferibilmente costituito da, fibre aventi un diametro medio di $10\text{ }\mu\text{m}$ o meno, e uno spessore inferiore a circa 15 millesimi di pollice (circa $380\text{ }\mu\text{m}$).

Le fibre che costituiscono ciascuno strato, cioè lo strato di supporto e lo strato di serbatoio dell'elettrolita, possono essere sele-

zionate da un qualsiasi tipo di materiale adatto per l'impiego in una batteria come un separatore per batterie secondo la presente invenzione. Tipicamente, strati non-tessuti possono essere preparati da fibre termoplastiche di poliammidi, poliolefine, e miscele di queste. Le fibre che costituiscono ciascuno strato del separatore per batteria secondo la presente invenzione possono essere uguali o diverse, e sono preferibilmente scelte dal gruppo costituito da polietilene, polipropilene, polimetilpentene e combinazioni di questi. Le fibre dello strato di supporto e dello strato del serbatoio dell'elettrolita sono in modo sommamente preferibile le medesime, specialmente di polipropilene.

Il supporto non-tessuto adatto per l'impiego nella presente invenzione può essere preparato da un qualsiasi numero di materiali non-tessuti, come ad esempio fibre legate a filatura (spun-bonded) o soffiate a fusione (melt-blown). Il processo di legatura a filatura produce nastri costituiti da lunghi filamenti con diametro tessile normale, formati direttamente da polimero di massa. I processi di soffiatura da fusione producono fibre aventi diametri che sono molto

più piccoli di quelli dei materiali tessili tipici. Encyclopedia of Polymer Science & Engineering, 10, 219-23 (1985). Il supporto non-tessuto del separatore per batteria secondo la presente invenzione è preferibilmente preparato utilizzando un procedimento di legatura a filatura o "spun-bonding". Un simile procedimento fornisce un materiale non-tessuto avente una elevata resistenza a trazione e proprietà peraltro adatte per l'impiego come supporto.

Le fibre impiegate per formare il materiale non-tessuto possono avere un qualsiasi diametro adatto. In particolare, il diametro delle fibre deve essere sufficientemente grande in modo da fornire resistenza sufficiente ad agire come un supporto, ad esempio un diametro medio di almeno 15 μm . Fibre aventi un diametro medio di da circa 15 a circa 100 μm sono preferibilmente usate per preparare il supporto non-tessuto adatto per l'impiego nel separatore per batteria secondo la presente invenzione. Più preferibilmente, le fibre hanno un diametro di da circa 20 a circa 80 μm .

Il peso di base o del foglio e la resistenza a trazione dello strato di supporto non-

tessuto impiegato nella presente invenzione deve essere sufficientemente elevato da fornire supporto per lo strato del serbatoio di elettrolita e da resistere alla lacerazione durante la fabbricazione del separatore per batteria. Materiali aventi un peso del foglio di almeno circa 15 g/m², e preferibilmente superiore a circa 25 g/m², sono adatti per l'impiego nella presente invenzione. In modo sommamente preferibile, il materiale deve avere un peso del foglio di circa 50-100 g/m². Inoltre, il materiale deve avere una resistenza a trazione di almeno circa 5 libbre/pollice lineare (circa 90 kg/m), preferibilmente una resistenza a trazione superiore a circa 10 libbre/pollice lineare (circa 180 kg/m).

I materiali non-tessuti che sono preferibilmente impiegati per preparare lo strato di supporto includono, ad esempio, polipropileni come Lutrasil[®] (fibre del diametro di circa 20 µm, Lutrasil, Freudenberg, Germania) e Typar[®] (fibre del diametro di circa 45 µm, Reemay, Old Hickory, Tennessee), e nylon come ad esempio Cere[®] (fibre del diametro di circa 20 µm, Fiberweb North America, Simpsonville, South Carolina). In modo sommamente preferibile, fibre di

polipropilene Unipro[®] 150 e Unipro[®] 200 (fibre del diametro di circa 30 μ m, Phillips) sono impiegate per preparare lo strato di supporto.

In una forma di realizzazione preferita della presente invenzione, lo strato di supporto non-tessuto è calandrato prima del legame con lo strato del serbatoio dell'elettrolita non-tessuto. La calandratura è utile per ridurre lo spessore dello strato di supporto e migliorare l'uniformità di spessore dello strato di supporto e ridurre così lo spessore del e migliorare l'uniformità del, separatore per batteria preparato impiegando lo strato di supporto. La calandratura, tuttavia, può influenzare nocivamente le caratteristiche di resistenza dello strato di supporto e, pertanto, nella calandratura dello strato di supporto si deve aver cura di non influenzare nocivamente la resistenza dello strato di supporto in grado tale che lo strato di supporto non abbia a fornire resistenza sufficiente per la preparazione del separatore per batteria impiegando lo strato di supporto. In aggiunta, il materiale non deve essere calandrato in maniera da rendere lo strato di supporto non-poroso, o in modo da influenzare nocivamente la ca-

duta di pressione attraverso il separatore in grado significativo, come misurata, ad esempio, mediante il flusso di aria Gurley attraverso lo strato di supporto. Se l'aumento nella caduta di pressione è troppo grande, allora la resistenza elettrolitica può essere nocivamente influenzata. Preferibilmente, la caduta di pressione attraverso il materiale non deve essere, dopo la calandratura, superiore a 10 volte il suo valore prima della calandratura. Più preferibilmente, l'aumento di caduta di pressione dopo la calandratura sarà tra circa 5 e circa 7 volte superiore al valore prima della calandratura.

La calandratura dello strato di supporto può essere condotta impiegando qualsiasi procedimento adatto. Il procedimento di calandratura è preferibilmente realizzato secondo il metodo descritto nella domanda di Brevetto Statunitense No. di Serie 08/116 901. In questo procedimento, il materiale non-tessuto viene calandrato tra un rullo resiliente e un rullo non-deformabile. Il rullo non-deformabile comprende o è fabbricato da un qualsiasi materiale che è suscettibile di non deformarsi in seguito a contatto con il materiale non-tessuto, ad esempio acciaio inossi-

dabile. Il rullo resiliente comprende o è coperto con un rivestimento di plastica, gomma o materiale fibroso, come gomma siliconica, uretano, nylon o cotone. Preferibilmente, il rullo ha una copertura combinata di fibre e resina termoindurente, come ad esempio uno dei materiali Beloit Supertex[®]. Una spiegazione esauriente di queste variabili di processo e del loro effetto sul processo di calandratura può essere trovata nella domanda di Brevetto Statunitense No. di Serie 08/116 901.

Lo strato di supporto può avere un qualsiasi spessore adatto, ma sarà preferibilmente quanto più sottile possibile, ad esempio sufficiente a fornire la desiderata resistenza al separatore per batteria. Lo strato di supporto ha preferibilmente uno spessore inferiore a circa 20 millesimi di pollice (circa 510 μm), più preferibilmente inferiore a circa 10 millesimi di pollice (255 μm) e, in modo sommamente preferibile, tra circa 5 e circa 8 millesimi di pollice (tra circa 125 e circa 205 μm).

Lo spessore dello strato di supporto deve essere quanto più uniforme possibile. Lo spessore dello strato di supporto preferibilmente non

varia per più di circa 10%, più preferibilmente per non più di circa 5%. La variabilità di spessore è determinata misurando lo spessore di una sezione del materiale in corrispondenza di vari punti ricoprenti uniformemente la superficie del materiale. La deviazione standard di queste misurazioni di spessore divisa per la media mediata di queste misurazioni rappresenta la variabilità di spessore. Nel contesto della presente invenzione, lo spessore è definito come quello misurando un misuratore di spessore o calibro avente un'area del piede di $0,0276 \text{ pollici}^2$ ($0,178 \text{ cm}^2$), ed un caricamento di pressione di 0,25 libbre (0,11 kg), determinando una pressione applicata di circa 9 psi o libbre per pollice quadrato (circa 62 kPa).

Il separatore per batteria è formato legando uno strato di serbatoio di elettrolita non-tessuto allo strato di supporto, in modo tale che un grado sufficiente di adesione sia ottenuto tra i due strati, in maniera tale che i due strati non abbiano a separarsi fisicamente durante la successiva preparazione del separatore per batteria secondo la presente invenzione, e la manipolazione del separatore per batteria

della presente invenzione nella fabbricazione di una batteria a partire da esso. La resistenza a pelatura tra i due strati sarà generalmente di almeno circa 10 g/pollice lineare (circa 4 g/cm lineare), più tipicamente almeno circa 15 g/pollice lineare (6 g/cm lineare). Preferibilmente, il separatore per batteria è una struttura composta comprendente uno strato di o per serbatoio di elettrolita legato integralmente ad uno strato di supporto senza un adesivo. Questo legame dei due strati è preferibilmente realizzato dopo che lo strato di supporto non-tessuto è stato calandrato, benchè l'ordine di queste fasi, nel grado in cui la calandratura viene impiegata, non sia critico. In realtà, il supporto non-tessuto può essere calandrato prima che e/o dopo che lo strato di elettrolita non-tessuto sia stato legato ad esso.

Benchè lo strato del serbatoio dell'elettrolita non-tessuto possa essere legato allo strato di supporto in qualsiasi modo adatto, lo strato del serbatoio per elettrolita preferibilmente è soffiato da fusione direttamente sullo strato di supporto per produrre sufficiente adesione direttamente tra gli strati di supporto e

del serbatoio dell'elettrolita. Procedimenti di soffiaggio da fusione sono stati largamente impiegati per preparare tessuti non-tessuti, e i particolari di procedimenti tipici sono illustrati nei Brevetti Statunitensi 3 878 185 e 4 594 202. Essenzialmente, il procedimento impiegato nella presente invenzione comprende l'estrudere un polimero formante fibre attraverso un orifizio in una corrente gassosa riscaldata ad alta velocità che è diretta su una superficie di raccolta, come un rullo di raccolta ruotante in relazione operativa con un mandrino ruotante. La corrente gassosa assottiglia il materiale polimerico estruso per formare microfibre nella intercapedine tra l'orifizio e la superficie di raccolta, che sono raffreddate nella intercapedine prima della loro raccolta sulla superficie di raccolta, ad esempio uno strato di supporto adatto secondo la presente invenzione. Le molteplici variabili che possono influenzare il processo di soffiaggio da fusione, ad esempio polimero, velocità della corrente d'aria, volume, temperatura e pressione dell'aria erogata agli ugelli di formazione delle fibre, e l'effetto delle variabili sulla formazione dello

strato soffiato da fusione, sono ben noti agli esperti del ramo.

Nel preparare i separatori per batteria secondo la presente invenzione in questo modo preferito, il supporto non-tessuto serve come la superficie di raccolta ed è montato su un rullo di raccolta di una apparecchiatura di soffiatura a fusione prima della formazione dello strato del serbatoio dell'elettrolita. Materiali commercialmente disponibili adatti come supporti, come ad esempio Unipro[®] 150 e Unipro[®] 200, tipicamente sono alimentati come fogli di tessuto. Se il supporto è stato calandrato come è stato precedentemente discusso, allora uno lato del tessuto diverrà ruvido rispetto all'altro lato. In questo caso, è preferito soffiare da fusione lo strato del serbatoio di elettrolita sul lato ruvido dello strato di supporto per migliorare il legame tra lo strato del serbatoio di elettrolita e lo strato di supporto.

Il legame tra gli strati può essere ulteriormente migliorato applicando un pre-rivestimento dello strato soffiato da fusione. Nell'applicare il pre-rivestimento, le condizioni di processo sono preferibilmente regolate in modo

tale che le fibre di pre-rivestimento abbiano a fornire adesione ottimale allo strato di supporto. Lo strato di pre-rivestimento così formato favorirà nel legame integrale del resto dello strato del serbatoio di elettrolita allo strato di supporto. Come è ben noto nella tecnica, varie variabili di processo possono essere regolate per ottenere questo risultato. Ad esempio, se la distanza tra gli orifizi e la superficie di raccolta è ridotta, allora l'adesione tra lo strato del serbatoio di elettrolita e lo strato di supporto sarà migliorata.

Il legame dello strato del serbatoio di elettrolita allo strato di supporto deve essere realizzato in modo tale che lo strato del serbatoio di elettrolita sia legato in modo omogeneo allo strato di supporto. Uniformità del legame può essere determinata visivamente, ad esempio ritenendo gli strati legati sotto una sorgente di luce e determinando se gli strati legati sono uniformemente traslucidi, oppure mediante il tatto. Inoltre, misurazioni di variabilità di spessore possono essere eseguite con un misuratore o calibro di spessore come è stato descritto precedentemente.

Quando le fibre dello strato di supporto hanno un diametro sufficiente a fornire la richiesta resistenza a trazione, lo strato di supporto tipicamente non sarà in grado di fornire la capillarità desiderata. Conseguentemente, per fornire la capillarità richiesta per un separatore per batterie, lo strato del serbatoio di elettrolita deve comprendere fibre aventi un diametro minore. Queste fibre non potrebbero tipicamente essere impiegate da sole, cioè senza lo strato di supporto, poichè queste fibre avranno generalmente resistenza insufficiente a sopravvivere alla fabbricazione della batteria senza l'ausilio dello strato di supporto. Lo strato del serbatoio dell'elettrolita ha preferibilmente un diametro medio delle fibre che è minore del diametro medio delle fibre dello strato di supporto di almeno un fattore di cinque, e in modo sommamente preferibile di un fattore di 10 o più. In termini assoluti, il diametro preferito delle fibre dello strato del serbatoio di elettrolita è inferiore a circa $10\text{ }\mu\text{m}$, e preferibilmente varia da circa 2 a circa $8\text{ }\mu\text{m}$. Lo strato del serbatoio di elettrolita può avere qualsiasi peso di base adatto. Preferibilmente,

lo strato del serbatoio di elettrolita ha un peso di base inferiore a circa 60 g/m², in modo sommamente preferibile da circa 20 a circa 60 g/m².

Lo strato del serbatoio dell'elettrolita può avere un qualsiasi spessore adatto. Lo strato del serbatoio dell'elettrolita ha preferibilmente uno spessore di da circa 5 a circa 15 millesimi di pollice (da circa 125 a circa 380 μ m), in modo sommamente preferibile inferiore a circa 10 millesimi di pollice (circa 255 μ m). Lo spessore desiderato sarà tipicamente determinato dalla quantità di soluzione elettrolitica che deve essere ritenuta dalla batteria e dalle prestazioni desiderate della batteria. Quando lo spessore del separatore per batteria aumenta, esso conterrà più elettrolita, il che è un effetto vantaggioso. Un aumento nello spessore del separatore, tuttavia, avrà pure come conseguenza un aumento nella resistenza elettrolitica del separatore, e successivamente nella impedenza di una batteria utilizzante tale separatore, il che è un effetto indesiderabile. Inoltre, un aumento nello spessore del separatore per batteria avrà come conseguenza una riduzione del materiale attivo nella batteria per un dato volume, il che è

pure un effetto indesiderabile. Per la maggior parte delle applicazioni, lo spessore dello strato del serbatoio dell'elettrolita è in modo ottimale compreso tra circa 3 e circa 10 millesimi di pollice (tra circa 75 e circa 255 μm).

Poichè sia lo strato di supporto che lo strato del serbatoio dell'elettrolita del separatore per batteria secondo la presente invenzione comprendono, e preferibilmente sono costituiti da, fibre che hanno bassa energia superficiale e perciò non sono spontaneamente bagnabili con l'elettrolita, il separatore per batteria secondo la presente invenzione è preferibilmente modificato superficialmente per renderlo spontaneamente bagnabile, in modo tale che il separatore può essere bagnato spontaneamente dalla soluzione elettrolitica. Una simile modificazione superficiale è preferibilmente realizzata dopo che lo strato del serbatoio dell'elettrolita e lo strato di supporto sono stati legati integralmente; tuttavia, lo strato di supporto può essere pre-trattato per renderlo spontaneamente bagnabile prima della applicazione dello strato del serbatoio dell'elettrolita. Preferibilmente, il separatore sarà modificato per presentare una

tensione superficiale di bagnatura critica (CWST) di almeno circa 70 dine/cm (circa 70 mN/m), determinata mediante la prova CWST descritta nel Brevetto Statunitense 4 880 548. Il procedimento preferito per rendere il separatore spontaneamente bagnabile è mediante polimerizzazione a innesti del separatore con un monomero idrofilo. Esempi preferiti di questi monomeri includono monomeri di acido acrilico o di acido metacrilico, aventi gruppi funzionali alcoolici, come acido acrilico, acido metacrilico, dietilenglicole dimetacrilato, alcool butilico terziario, idrossietilacrilato, idrossietilmetacrilato, idrossipropilacrilato, idrossipropilmetacrilato, e combinazioni di questi. Monomeri particolarmente preferiti sono acido acrilico, acido metacrilico, idrossietilmetacrilato, idrossipropilacrilato, e combinazioni di questi.

Qualsiasi mezzo adatto può essere impiegato per polimerizzare a innesto il monomero sulle fibre idrorepellenti impiegate nella presente invenzione. Innesto a radiazione costituisce la tecnica preferita per ottenere il risultato desiderato. La sorgente della radiazione può essere da isotopi radioattivi come cobalto 60,

stronzio 90, o cesio 137. Alternativamente, la radiazione può provenire da sorgenti come macchine a raggi X, acceleratori di elettroni, generatori ultravioletti e simili. Radiazione a raggi di elettroni rappresenta la sorgente preferita di radiazione poichè essa fornisce un prodotto uniformemente innestato.

L'innesto sarà tipicamente realizzato o irradiando il separatore e quindi esponendolo ad una soluzione adatta del monomero oppure, alternativamente, irradiando il separatore mentre esso è posto in contatto con una soluzione del monomero. Se la polimerizzazione viene effettuata mediante il primo procedimento, allora il separatore dovrà contattare la soluzione monomerica quanto più rapidamente possibile al fine di minimizzare qualsiasi reazione collaterale che sarebbe suscettibile di impoverire i siti attivi generati dalla radiazione. In entrambi i casi, l'irraggiamento deve essere condotto in assenza di ossigeno, che riduce l'efficacia del procedimento. Preferibilmente, l'irraggiamento o irradiazione è eseguito/a sotto atmosfera inerte di azoto. Dopo completamento, il separatore per batteria dovrà essere uniformemente bagnabile.

IACQUARO & PIZZANI S.p.A.

Una misura pratica della bagnabilità di un separatore per batteria è la velocità di assorbimento a effetto stoppino del separatore per batteria, ad esempio il tempo relativo perchè un separatore per batteria abbia ad assorbire verticalmente un elettrolita per una data distanza. Il separatore per batteria secondo la presente invenzione è preferibilmente in grado di assorbire verticalmente 40% di KOH ad una distanza di 1 pollice in meno di circa 300 secondi, più preferibilmente meno di circa 200 secondi, e in modo sommamente preferibile meno di circa 100 secondi.

Il separatore per batteria secondo la presente invenzione è altamente uniforme. L'uniformità del separatore per batteria può essere misurata mediante una pluralità di prove, ad esempio registrando lo spessore, mediante flusso d'aria Gurley, mediante resistenza e così via.

Il separatore per batteria secondo la presente invenzione può essere incluso in una batteria impiegando processi di fabbricazione convenzionali. Un'ampia varietà di batterie primarie e secondarie rientrano entro l'ambito della presente invenzione, ad esempio sistemi elettro-

chimici tipo AgO/Zn , $\text{Ag}_2\text{O/Zn}$, HgO/Zn , HgO/Cd , Ni/Zn , Ni/Cd , Ni/MH , e Zn/aria . Queste batterie possono essere fabbricate, ad esempio, disponendo una pluralità di celle di batteria in serie, in cui almeno una delle celle contiene un separatore per batteria realizzato secondo la presente invenzione.

La presente invenzione comprende pure un procedimento per realizzare un separatore per batteria come qui descritto. Il procedimento comprende il fornire uno strato di supporto comprendente fibre aventi un diametro medio di almeno circa $15\text{ }\mu\text{m}$, e far aderire uno strato di serbatoio di elettrolita su questo strato di supporto. Preferibilmente, gli strati sono integralmente legati assieme. Questa fase deve essere eseguita in modo tale che lo strato del serbatoio dell'elettrolita risultante abbia un diametro medio delle fibre inferiore a circa $10\text{ }\mu\text{m}$ e uno spessore inferiore a circa 10 millesimi di pollice (circa $255\text{ }\mu\text{m}$).

Le fibre impiegate nel procedimento sono preferibilmente scelte dal gruppo costituito da polietilene, polipropilene, polimetilpentene, e combinazioni di questi. Più preferibilmente, il

procedimento impiega fibre di polipropilene, in cui le fibre del supporto hanno un diametro medio delle fibre che è di almeno cinque volte superiore a quello delle fibre costituenti lo strato del serbatoio dell'elettrolita.

In una forma di realizzazione preferita, il procedimento secondo la presente invenzione include la fase di calandrare lo strato di supporto ad uno spessore inferiore a circa 10 millesimi di pollice (circa 255 μm) con una variabilità di spessore non superiore a circa il 10%. Questa fase viene eseguita prima di legare lo strato del serbatoio di elettrolita allo strato di supporto, benchè ciò non sia critico.

Il procedimento secondo la presente invenzione richiede pure di rendere il separatore per batteria spontaneamente bagnabile. Questa fase può essere realizzata mediante un qualsiasi mezzo adatto, ad esempio mediante innesto a radiazione di un monomero idrofilo sul separatore. Come è stato precedentemente discusso, il procedimento preferito include l'innestare un monomero come di acido acrilico o acido metacrilico sul separatore impiegando radiazione a raggi elettronici, il quale procedimento fornisce un

prodotto uniformemente innestato.

Gli esempi seguenti illustrano ulteriormente la presente invenzione e, naturalmente, non devono essere considerati come limitanti in alcun modo il suo ambito protettivo.

Esempio 1

Questo esempio fornisce una illustrazione di un separatore per batteria secondo la presente invenzione.

Un rotolo o rullo di tessuto di polipropilene non-tessuto preparato da fibre considerate come aventi un diametro di circa 20-30 μm e aventi uno spessore di 11 millesimi di pollice (280 μm), un peso di base di 50 g/m^2 , e un flusso d'aria Gurley di 100 ml inferiore a 0,12 secondi, è stato calandrato ad uno spessore di 5 millesimi di pollice (125 μm). Uno strato da 4 millesimi di pollice (100 μm) di fibra polipropilenica del diametro di circa 3-5 μm è stato soffiato da fusione su questo supporto calandrato. Il separatore per batteria risultante aveva uno spessore di 9 millesimi di pollice (230 μm), un peso di base di 86 g/m^2 , e un flusso d'aria Gurley di 100 ml di 1,5 secondi.

Il rullo di materiale è stato sottoposto a

JACOBI & PERANI S.p.A.

radiazione-beta in un acceleratore di raggi elettronici ad una dose totale di 7 Mrad, e è stato quindi posto a contatto con un bagno di monomero acquoso contenente 10% di idrossietilmetacrilato, 6-10% di acido metacrilico e 0,05% di dietilenglicole dimetacrilato (DEGDMA), e 25% di alcool butilico terziario (TBA) in una atmosfera di azoto. Il rullo o rotolo è stato riavvolto nella atmosfera di azoto e immagazzinato a temperatura ambiente per tre giorni. Dopo immagazzinamento, il rullo è stato lavato con acqua per approssimativamente quattro ore, e quindi asciugato.

Il separatore per batteria così formato era altamente uniforme e possedeva proprietà fisiche desiderabili. In particolare, il separatore possedeva una resistenza elettrolitica di $23 \text{ m}\Omega\text{-pollice}^2$ ($186 \text{ m}\Omega\text{-cm}^2$) in 40% KOH, un assorbimento di 230% di KOH, e un flusso di aria Gurley (100 ml) di 4,6 secondi. E' previsto che il separatore per batteria sia particolarmente utile in batterie alcaline a Ni/MH e Ni/Cd.

Esempio 2

Questo esempio fornisce un'altra illustrazione di un separatore per batteria secondo la

presente invenzione.

Un rullo o rotolo di tessuto polipropileno non-tessuto preparato da fibre considerate come aventi un diametro di circa 20-30 μm e aventi uno spessore di 14 millesimi di pollice (355 μm), un peso di base di 67 g/m^2 , e un flusso di aria Gurley di 100 ml inferiore a 0,12 secondi, è stato calandrato ad uno spessore di 5,9 millesimi di pollice (150 μm). Su questo strato di supporto calandrato è stato soffiato da fusione uno strato da 4 millesimi di pollice (100 μm) di fibra polipropilenica avente dimensioni della fibra di circa 3-5 μm . Il separatore per batteria risultante aveva uno spessore di 9,9 millesimi di pollice (251 μm), un peso di base di 110 g/m^2 , e un flusso di aria Gurley di 100 ml di 1,7 secondi.

Il rullo di materiale è stato sottoposto a radiazione-beta in un acceleratore di raggi di elettroni ad una dose totale di 7 Mrad, ed è stato quindi esposto ad un bagno monomerico acquoso contenente 10% di idrossietilmetacrilato, 6-10% di acido metacrilico, 0,05% di DEGDMA, e 25% TBA in una atmosfera di azoto. Il rullo è stato riavvolto nella atmosfera di azoto e imma-

gazzinato a temperatura ambiente per tre giorni. Dopo immagazzinamento, il rullo è stato lavato con acqua per approssimativamente quattro ore, e quindi asciugato.

Il separatore per batteria così formato era altamente uniforme e possedeva proprietà fisiche desiderabili. In particolare, il separatore per batteria aveva una resistenza elettrolitica di $26 \text{ m}\Omega\text{-pollice}^2$ ($168 \text{ m}\Omega\text{-cm}^2$) in 40% KOH, e un assorbimento di 40% KOH del 280%. Il flusso di aria Gurley (100 ml) era di 5,7 secondi. E' previsto che il separatore per batteria sia particolarmente utile in batterie alcaline a Ni/MH e Ni/Cd.

Esempio 3

Questo esempio illustra ulteriormente la preparazione di separatori per batteria secondo la presente invenzione.

Un rullo di tessuto polipropilenico Unipro[®] 150 e un rullo di tessuto polipropilenico Unipro[®] 200, preparato da fibre del diametro di circa $30 \text{ }\mu\text{m}$ (determinato mediante misurazione con un microscopio ottico), sono stati calandratte a spessori di 5 e 5,9 millesimi di pollice (125 e $150 \text{ }\mu\text{m}$), rispettivamente. A ciascuno dei

rulli è stato applicato uno strato di polipropilene soffiato da fusione avente un diametro delle fibre di circa $7\text{ }\mu\text{m}$. I rulli di Unipro[®] 150 e di Unipro[®] 200 così trattati avevano pesi di base o del foglio finali di 64 g/m^2 e 83 g/m^2 , rispettivamente. I rulli erano successivamente esposti a radiazione-beta in un acceleratore di elettroni ad una dose totale di 7 Mrad, e quindi trattati in un bagno monomerico acquoso contenente 10% di idrossietilmetacrilato, 6-10% di acido metacrilico, 0,05% di DEGDMA, e 25% TBA in una atmosfera di azoto.

I rulli sono stati riavvolti nell'atmosfera di azoto e immagazzinati a temperatura ambiente per tre giorni. Dopo immagazzinamento, i rulli sono stati lavati con acqua per approssimativamente quattro ore, e quindi asciugati. I materiali innestati così formati erano altamente uniformi e erano adatti per l'impiego come separatori per batterie, ad esempio in batterie a Ni/MH e Ni/Cd.

Esempio 4

Questo esempio illustra la superiorità dei separatori per batteria secondo la presente invenzione rispetto a materiali convenzionalmente

disponibili.

Dai rulli o rotoli dei materiali innestati dell'Esempio 3, sono state tagliate strisce di tessuto della lunghezza di 4 pollici e della larghezza di 1 pollice. Impiegando una penna con punta a sfera, contrassegni sono stati formati a un pollice e a due pollici (a 2,45 cm e a 5,08 cm) lungo la lunghezza di ciascuna striscia. Le strisce sono state quindi mantenute in posizione mediante un portacampione e immerse in un bicchiere contenente 250 ml di una soluzione al 30% di KOH sino al contrassegno di 1 pollice (2,54 cm). Il tempo medio di tre prove richiesto perchè la soluzione avesse a salire sino al contrassegno da 2 pollici (5,08 cm) è stato registrato. Come confronto, questa prova è stata ripetuta con campioni di Unipro[®] 150 e 200 che erano stati innestati nel medesimo modo illustrato nell'Esempio 3, ma che non erano stati calandrati nè legati ad uno strato di serbatoio di elettrolita.

Relativamente a Unipro[®] 150, il separatore per batteria secondo la presente invenzione era atto a assorbire per effetto stoppino la soluzione elettrolitica in 131 secondi, rispetto a

oltre 1200 secondi per il solo materiale Unipro® 150 innestato, cioè pressochè 10 volte più rapidamente che non per il campione comparativo di Unipro® innestato. Il separatore per batteria costruito da Unipro® possedeva proprietà ancora più notevoli poichè esso era in grado di assorbire per effetto stoppino la soluzione elettrolitica in 39 secondi rispetto a 800 secondi per il solo materiale Unipro® 150, cioè oltre 20 volte più velocemente che non il campione comparativo. I risultati di questa prova indicano chiaramente che i separatori per batteria secondo la presente invenzione sono molto superiori a materiali simile convenzionali.

Esempio 5

Questo esempio illustra la superiore uniformità del separatore per batteria secondo la presente invenzione misurata mediante registrazione o mappatura dello spessore.

Campioni di Unipro® 150 sono stati calandrat
drati con una temperatura del rullo di 121°F
(49°C) sotto una pressione di 170 psi (1170 kPa)
a 30 piedi/min (9,1 m/min). In aggiunta, campio
ni di Unipro® 200 sono stati calandrat
drati con una temperatura del rullo di 276°F (136°C) sotto una

1000

pressione di 1500 psi (10340 kPa) a 30 piedi/min (9,1 m/min). Su alcuni dei campioni di entrambi i gruppi di campioni è stato soffiato da fusione uno strato di serbatoio di elettrolita di polipropilene, formando così separatori per batteria compositi legati integralmente secondo la presente invenzione.

I campioni calandratati con e senza lo strato del serbatoio di elettrolita di polipropilene soffiato da fusione sono stati provati relativamente alla variazione di spessore nelle condizioni seguenti. Un pezzo della lunghezza di 10 piedi di materiale avente una larghezza di approssimativamente 10 pollici (25,4 cm) è stato tagliato da ciascun rullo o rotolo di materiale. Impiegando un misuratore di spessore Federal 57B avente un'area del piede di 0,0276 pollice² (0,178 cm²), un carico di pressione di 0,25 lb (0,11 kg) è stato applicato al campione (fornendo una pressione di circa 9 psi (circa 62 kPa)), e lo spessore era letto dal misuratore o calibro. Pezzi o pezze di Unipro[®] 150 e Unipro[®] 200 non calandratati, non alterati, sono stati pure registrati in questo modo.

Iniziando vicino ad uno spigolo del mate-

riale, cinque letture sono state eseguite ad intervalli di approssimativamente 2 pollici (5,08 cm) lungo la larghezza del materiale. Il calibro o misuratore di spessore era quindi spostato in avanti di approssimativamente 1 pollice (2,54 cm), e le cinque misurazioni sono state nuovamente prese. La procedura è stata ripetuta lungo l'intera lunghezza di 10 piedi (305 cm) di materiale. I risultati di questa prova sono riportati in seguito, in cui n = numero di letture del calibro, t = spessore (millesimi e μm), e σ/μ = variabilità di spessore.

Campione	n	t	σ/μ (%)
Unipro [®] 150 (non calandrato)	210	12,28 mil* [312 μm]	14,2
Unipro [®] 150 (calandrato solamente)	181	5,14 mil [131 μm]	10,9
Unipro [®] 150 (Calandrato + soffiato da fusione)	112	7,63 mil [194 μm]	7,2
Unipro [®] 200 (non calandrato)	220	14,85 mil [377 μm]	12,0
Unipro [®] 200 (calandrato solamente)	117	5,85 mil [149 μm]	8,7
Unipro [®] 200 (calandrato + soffiato da fusione)	240	7,88 mil [200 μm]	5,6
* mil = millesimi di pollice			

Questi risultati di prova dimostrano chiaramente l'uniformità superiore del separatore per batteria secondo la presente invenzione ottenuto dalle tecniche di calandratura e soffia-

tura da fusione impiegate per preparare il separatore per batteria della presente invenzione.

Esempio 6

Questo esempio illustra la superiore uniformità del separatore per batteria secondo la presente invenzione misurata mediante registrazione o mappatura del flusso d'aria.

I materiale dell'Esempio 5 sono stati provati relativamente alla uniformità della caduta di pressione attraverso la superficie del materiale misurando il flusso di aria Gurley attraverso quattro fogli del tessuto. Misurazioni di flusso d'aria Gurley (sec) sono state prese in corrispondenza di dodici punti lungo la superficie del materiale. I risultati di questa prova sono illustrati in seguito.

Camplone	Flusso Gurley (100 ml)	σ/μ (%)	ΔP_{28} Assoluto (colonna di H_2O)
Unipro [®] 150 (non calandrato)	0,10 s	10,0	0,15 pollici [0,38 cm]
Unipro [®] 150 (calandrato solamente)	0,18 s	11,0	0,86 pollici [2,2 cm]
Unipro [®] 150 (Calandrato + soffiato da fusione)	0,73 s	5,5	3,6 pollici [9,1 cm]
Unipro [®] 200 (non calandrato)	0,10 s	20,0	0,1 pollici [0,3 cm]
Unipro [®] 200 (calandrato solamente)	0,42 s	21,4	2,1 pollici [5,3 cm]
Unipro [®] 200 (calandrato + soffiato da fusione)	1,43 s	10,5	8,0 pollici [20 cm]

Questi risultati di prova mostrano ulteriormente l'eccellente uniformità dei separatori per batteria secondo la presente invenzione.

Esempio 7

Questo esempio fornisce una illustrazione della stabilità e della bagnabilità permanente dei separatori per batteria secondo la presente invenzione. Separatori per batteria preparati secondo gli Esempi 1 e 2 sono stati posti in un bagno d'acqua a 71°C per sette giorni, e quindi essiccati. Il materiale preparato secondo l'Esempio 2 perdeva solamente 1,5% del suo peso pre-prova. Il materiale dell'Esempio 1 si comportava ancor meglio, perdendo solamente lo 0,4% del suo peso pre-prova.

Come confronto, un separatore per batteria Celgard® 3401 è stato sottoposto alle medesime condizioni di prova. Si ritiene che questo separatore sia reso bagnabile con un tensioattivo lisciviabile. Dopo sette giorni, questo separatore perdeva il 9,1% del suo peso, cioè varie volte la perdita di peso dei separatori per batteria secondo la presente invenzione.

Esempio 8

Questo esempio illustra la stabilità dei

separatori per batteria secondo la presente invenzione. Separatori per batteria preparati secondo gli Esempi 1 e 2 sono stati posti in un bagno di 40% KOH a 71°C per 23 giorni per determinare l'effetto sulla resistenza elettrolitica. I risultati di questo prova sono illustrati in seguito.

Campione	Resistenza Elettrolitica ($m\Omega$ -pollici ²) [$m\Omega$ -cm ²]			
	Prima dell'Assorbimento		Dopo l'Assorbimento	
	Prova 1	Prova 2	Prova 1	Prova 2
Esempio 1	35,4 [228]	31,3 [202]	35,4 [228]	33,6 [217]
Esempio 2	42,2 [272]	40,0 [258]	45,1 [291]	44,0 [284]

Questi risultati di prova indicano che i separatori per batteria secondo la presente invenzione sono altamente stabili rispetto alla resistenza elettrolitica in condizioni anche estese e severe.

Tutti i riferimenti qui citati, ivi compresi pubblicazioni, brevetti e domande di brevetto, sono qui inclusi completamente a titolo di riferimento.

Benchè la presente rivendicazione sia stata descritta ponendo enfasi su forme di realizzazione preferite, risulterà evidente agli

esperti del ramo che varianti delle forme di realizzazione preferite possono essere impiegate e che è inteso che l'invenzione possa essere attuata praticamente in modo diverso da quello che è stato specificatamente qui descritto. Perciò, la presente invenzione racchiude tutte le modifiche rientranti nello spirito e ambito protettivo dell'invenzione come definito dalle seguenti rivendicazioni.

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1. Separatore per batteria comprendente

uno strato di supporto non-tessuto comprendente fibre aventi un diametro medio di almeno circa $15\text{ }\mu\text{m}$, e

uno strato di serbatoio di elettrolita non-tessuto comprendente fibre aventi un diametro medio di circa $10\text{ }\mu\text{m}$ o meno, che ha uno spessore inferiore a circa $380\text{ }\mu\text{m}$, e che è legato a detto strato di supporto,

in cui dette fibre di detto strato di supporto non-tessuto e detto strato di serbatoio di elettrolita non-tessuto sono selezionate dal gruppo costituito da polietilene, polipropilene, polimetilpentene, e combinazioni di questi.

2. Separatore per batteria secondo la rivendicazione 1, in cui detto strato di serbatoio di elettrolita non-tessuto è legato integralmente a detto strato di supporto.

3. Separatore per batteria secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detto strato di supporto non-tessuto ha uno spessore inferiore a circa $255\text{ }\mu\text{m}$ e una variabilità di spessore di non più di circa 10%.

4. Separatore per batteria secondo una

JACOBACCI & PERANI S.p.A.

qualsiasi delle rivendicazioni 1-3, in cui detto strato di serbatoio di elettrolita comprende fibre aventi un diametro di da circa 2 μm a circa 8 μm .

5. Separatore di batteria secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-4, in cui detto strato di supporto è costituito da fibre aventi un diametro medio delle fibre che è almeno circa 5 volte superiore al diametro medio delle fibre di detto strato di serbatoio di elettrolita.

6. Separatore per batteria secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-5, in cui detto separatore per batteria ha una resistenza elettrica inferiore a circa $320 \text{ m}\Omega\text{-cm}^2$ in 40% KOH.

7. Separatore per batteria secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-6, in cui detto separatore per batteria è atto ad assorbire per effetto stoppino 40% KOH ad una distanza di 2,54 cm in meno di circa 300 secondi.

8. Separatore per batteria secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-7, in cui un monomero è stato polimerizzato a innesto su detto separatore per batteria in modo da rendere detto separatore per batteria spontaneamente bagnabile da un elettrolita.

9. Batteria a elettrolita impoverito ricaricabile, in cui il perfezionamento comprende l'inclusione del separatore per batteria secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-8.

10. Procedimento per preparare un separatore per batteria, in cui detto procedimento comprende

fornire uno strato di supporto non-tessuto comprendente fibre aventi un diametro medio di almeno circa 15 μm , detto strato di supporto non-tessuto avendo uno spessore inferiore a circa 255 μm con una variabilità di spessore di non più di circa 10%, e

soffiare da fusione fibre aventi un diametro medio di circa 10 μm o meno su detto strato di supporto in modo da formare uno strato di serbatoio di elettrolita che ha uno spessore inferiore a circa 380 μm e che è legato integralmente a detto strato di supporto,

in cui dette fibre di detto strato di supporto non-tessuto e di detto strato di serbatoio di elettrolita non-tessuto sono selezionate dal gruppo costituito da polietilene, polipropilene, polimetilpentene e combinazioni di essi, e

in cui dette fibre di detto strato di sup-

porto non-tessuto e di detto strato di serbatoio di elettrolita non-tessuto sono state polimerizzate a innesto con un monomero in modo da rendere detto separatore per batteria spontaneamente bagnabile da parte di un elettrolita, e

in cui dette fibre di detto strato di supporto hanno un diametro medio delle fibre che è almeno circa 5 volte superiore al diametro medio di dette fibre di detto strato di serbatoio di elettrolita.

PER INCARICO
Giuseppe Quattrocchi
L. 2. Giuseppe Quattrocchi
N. Iscritt. ALDO 257
(In proprio e per gli altri)

