



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2010년07월09일  
 (11) 등록번호 10-0969183  
 (24) 등록일자 2010년07월02일

(51) Int. Cl.  
*H01M 2/16* (2006.01) *B32B 27/32* (2006.01)  
*B32B 5/32* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2008-7004249  
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2005년07월25일  
 심사청구일자 2010년04월20일  
 (85) 번역문제출일자 2008년02월22일  
 (65) 공개번호 10-2008-0036105  
 (43) 공개일자 2008년04월24일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2005/013984  
 (87) 국제공개번호 WO 2007/013179  
 국제공개일자 2007년02월01일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2005209570 A  
 JP2001023600 A  
 JP2001206973 A  
 전체 청구항 수 : 총 7 항

(73) 특허권자  
**데이진 가부시킴가이사**  
 일본 오사카후 오사카시 주오구 미나미혼마찌 1쵸  
 메 6방 7고  
 (72) 발명자  
**니시카와 사토시**  
 일본 야마구치켄 이와쿠니시 히노데쵸 2방 1고 데  
 이진가부시킴가이사 이와쿠니켄큐센타 나이  
**혼모토 히로유키**  
 일본 야마구치켄 이와쿠니시 히노데쵸 2방 1고 데  
 이진가부시킴가이사 이와쿠니켄큐센타 나이  
**다이도 다카히로**  
 일본 야마구치켄 이와쿠니시 히노데쵸 2방 1고 데  
 이진가부시킴가이사 이와쿠니켄큐센타 나이  
 (74) 대리인  
**특허법인코리아나**

심사관 : 이창희

**(54) 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터 및 그 제조 방법**

**(57) 요약**

고에너지 밀도화·고출력화·대형화된 고성능의 비수계 2 차 전지에 요망되는 셋 다운 기능과 멜트 다운의 억제에 효과적인 내열성을 겸하여 구비되고, 헨들링성·이온 투과성이 우수한 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터를 실현하는, 두께 당 투기도 (JIS P8117) 가 15초/100cc· $\mu\text{m}$  이상, 50초/100cc· $\mu\text{m}$  이하이고 막 두께가 5 $\mu\text{m}$  이상 25 $\mu\text{m}$  이하인 폴리올레핀 미다공막의 양면에 폴리메타페닐렌이소프탈아미드로 이루어지는 다공질층이 피복되어 일체화된 복합 다공막으로서, 그 복합 다공막의 막 두께는 6 $\mu\text{m}$  이상 35 $\mu\text{m}$  이하이며, 또한 투기도 (JIS P8117) 가 그 폴리올레핀 미다공막의 1.01 배 이상 2.00 배 이하이며, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 도포량이 1.0g/m<sup>2</sup> 이상 4.0g/m<sup>2</sup> 이하인 것을 특징으로 하는 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터.

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

단위 두께 당 투기도(透氣度) (JIS P8117) 가 15초/100cc· $\mu\text{m}$  이상, 50초/100cc· $\mu\text{m}$  이하이고 막 두께가 5 $\mu\text{m}$  이상 25 $\mu\text{m}$  이하인 폴리올레핀 미(微)다공막의 양면에 폴리메타페닐렌이소프탈아미드로 이루어지는 다공질층이 피복되어 일체화된 복합 다공막으로서, 그 복합 다공막의 막 두께는 6 $\mu\text{m}$  이상 35 $\mu\text{m}$  이하이며, 또한 투기도 (JIS P8117) 가 그 폴리올레핀 미다공막의 1.01배 이상 2.00배 이하이며, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 도포량이 1.0g/m<sup>2</sup> 이상 4.0g/m<sup>2</sup> 이하인 것을 특징으로 하는 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

그 폴리올레핀 미다공막의 구멍 직경이 0.01 $\mu\text{m}$  이상 0.2 $\mu\text{m}$  이하인 것을 특징으로 하는 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 도포량에 있어서,  $|\text{표면의 도포량}-\text{이면의 도포량}|/(\text{표면의 도포량}+\text{이면의 도포량})$  이 0 이상 0.2 이하인 것을 특징으로 하는 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터.

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

그 폴리올레핀 미다공막이, 폴리에틸렌을 주체로 하는 폴리올레핀 미다공막인 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터.

### 청구항 5

(1) 아미드계 용제를 주체로 하는 용제에 폴리메타페닐렌이소프탈아미드를 용해시켜 고분자 용액을 제조하는 공정

(2) 그 고분자 용액을 폴리올레핀 미다공막의 양면에 도포하는 공정

(3) 고분자 용액의 도포된 폴리올레핀 미다공막을 반송하는 공정

(4) 고분자 용액의 도포된 폴리올레핀 미다공막을 그 용제와 물로 이루어지는 응고액 중에 표리 양면이 응고액과 접하도록 침지시켜 폴리메타페닐렌이소프탈아미드를 응고시키는 공정

(5) 응고된 복합막을 수세하는 공정

(6) 수세된 복합막을 건조 공정

이상의 공정을 순서대로 거침으로써 제조되는 제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 비수 전지용 세퍼레이터의 제조 방법.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

그 고분자 용액이 상분리체를 함유하고, 그 농도가 5~50 중량% 인 것을 특징으로 하는 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터의 제조 방법.

### 청구항 7

제 5 항에 있어서,

그 응고액 중의 물의 비율이 30~80 중량% 인 것을 특징으로 하는 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터의 제조 방법.

## 명세서

**기술분야**

[0001] 본 발명은 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터와 그 제조 방법에 관한 것이다. 구체적으로는 비수계 2 차 전지의 안전성을 현저히 향상시키는 세퍼레이터와 그 제조 방법의 기술에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 리튬의 도프·탈도프에 의해 기전력을 얻는 비수계 2 차 전지 (리튬 이온 2 차 전지) 는 고에너지 밀도를 갖는다는 특징에서 휴대 전화·노트 PC 등의 휴대용 전자 기기의 주전원으로서 보급되고 있다. 이들 휴대용 전자 기기의 고성능화·장시간 구동의 요구로부터 고에너지 밀도화·고출력화의 연구개발이 활발하게 이루어지고 있다. 또, 자동차 등의 전원에 사용하기 위해 대형화의 검토도 이루어지고 있다. 이와 같은 고에너지 밀도화·고출력화·대형화의 과제로서 안전성의 확보를 들 수 있다.

[0003] 현재의 리튬 이온 2 차 전지의 세퍼레이터에는 폴리에틸렌을 주체로 한 폴리올레핀 미(微)다공막이 사용되고 있고, 전지의 안전성을 확보하기 위한 기능으로서 셋 다운 기능이 구비되어 있다. 이 기능에 대해서는, 일본 특허 제2642206호에 기재되어 있다. 이 셋 다운 기능은 세퍼레이터 구성 재료인 폴리올레핀이 용융되어 구멍을 폐색함으로써 세퍼레이터의 저항을 현저히 상승시키는 기능이다. 전지에 이상이 발생하여 온도 상승이 일어나도, 이 기능에 의해 전지의 내부 저항이 높아지므로, 실질적으로 전류가 흐르지 않게 되어 안전성이 확보된다.

[0004] 셋 다운 기능은 구성 재료의 용융에 의한 구멍의 폐색을 작동 원리로 하는 점에서, 전지가 보다 고온에 노출되었을 경우에는 세퍼레이터가 파막되고 (멜트 다운), 정극(正極)과 부극(負極)이 내부 합선되어 전지는 매우 위험한 상태가 된다. 리튬 이온 2 차 전지가 고에너지 밀도화·고출력화·대형화되었을 경우, 이상시의 발열 속도가 점차 빨라지기 때문에, 구멍 폐색 속도가 충분히 시간에 맞지 않아, 셋 다운은 기능하지 않고 멜트 다운될 위험성도 높아진다. 그 때문에 고에너지 밀도화·고출력화·대형화되었을 경우, 종래의 셋 다운 기능을 갖는 세퍼레이터에서는 안전성 확보는 곤란해지고, 멜트 다운되지 않는 내열성이 높은 것이 필요해지고 있다.

[0005] 셋 다운 기능과 멜트 다운을 억제하는 내열성을 양립시키기 위해, 폴리에틸렌 미다공막과 폴리테트라플로로에틸렌 미다공막을 적층시켜 세퍼레이터에 사용하는 것이 J.Electrochem.Soc., 140, L51 (1993) 에서 제안되어 있다. 셋 다운 기능은 양호하게 발현되어 250℃ 까지의 온도 범위에서는 멜트 다운이 확인되지 않는다. 이와 같은 폴리올레핀 미다공막과 내열성 수지로 이루어지는 다공막을 적층하는 예는 일본 공개특허공보 평10-3898호, 일본 공개특허공보 2002-25526호, 일본 공개특허공보 2003-123724호 등에서 제안되어 있다.

[0006] 또 폴리올레핀 미다공막에 내열성 수지로 이루어지는 다공질층을 코팅하여 일체화시킨 복합 다공막도 셋 다운 특성과 내열성을 양립시키는 세퍼레이터로서 일본 공개특허공보 2001-23600호, 일본 공개특허공보 2002-355938호 등에서 제안되어 있다.

**발명의 상세한 설명**

[0007] 상기 셋 다운 기능을 갖는 폴리올레핀 미다공막과 내열성 다공막과 같이 성질이 상이한 2 장의 막 적층하는 것은 기술적으로 어려워, 실용적이라고는 하기 어렵다. 또, 전지의 고에너지 밀도화라는 관점에서 세퍼레이터에는 박막화도 요구되고 있다. 2 장의 막을 적층시켜 현상의 세퍼레이터 두께와 동등 레벨로 하기 위해서는, 각각의 막 1 장의 두께는 충분히 얇게 할 필요가 있다. 그러한 얇은 막을 생산하는 것은 곤란하고 취급도 어려워, 세퍼레이터의 생산성이라는 관점에서 실용적이라고는 하기 어렵다.

[0008] 한편, 폴리올레핀 미다공막에 내열성 다공질층을 코팅하여 일체화한 것은 상기의 적층한 것과 같은 과제는 없다. 그러나, 종래 제안되어 있는 것은 실질적으로는 폴리올레핀 미다공막의 편면에만 코팅한 것이고, 결문제로 인해 핸들링 곤란하다. 실제로 전지의 제조 공정에 사용한 경우에는 위치 어긋남에 의해 단락(短絡) 수율이 과제가 된다. 그 특허 문헌의 기재에서는 반드시 편면에 대한 코팅으로 한정하고 있는 것은 아니지만, 양면에 코팅하는 수법은 구체적으로 개시되어 있지 않다. 또, 종래의 코팅에 의해 일체화한 것은 폴리올레핀 미다공막과 내열성 다공질층의 계면에 있어서 막힘이 발생하기 쉽고, 이 때문에 셋 다운 기능의 저하와 전지 성능의 저하를 초래한다는 과제도 있었다.

[0009] 그래서 본 발명은, 핸들링성이 양호하고, 셋 다운 기능과 멜트 다운은 충분히 억제하는 내열성을 겸비하고, 추가로 막힘을 최대한 억제하는 적절한 계면 설계를 실시함으로써 전지 성능의 저하도 없는 세퍼레이터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

- [0010] 본 발명자들은 상기의 과제에 대해 예의 검토하였다. 그 결과, 복합 다공막의 기재로서 적절한 모로폴로지로 되어 있는 폴리올레핀 미다공막을 선정하고, 내열성 다공질층을 구성하는 폴리머로서 다공질 구조를 형성하기 쉬운 폴리머를 선정하고, 내열성 다공질층을 폴리올레핀 미다공막의 양면에 적절한 모로폴로지로 형성하여 일체화시킴으로써, 핸들링성, 셋 다운 기능, 내열성을 가지고, 또한 이온 투과성을 저해하지 않는 세퍼레이터의 제공이 가능해지는 것을 알아내었다. 즉 본 발명은, 단위 두께당 투기도(透氣度) (JIS P8117) 가 15초/100cc· $\mu\text{m}$  이상, 50초/100cc· $\mu\text{m}$  이하이고 막 두께가 5 $\mu\text{m}$  이상 25 $\mu\text{m}$  이하인 폴리올레핀 미다공막의 양면에 폴리메타페닐렌이소프탈아미드로 이루어지는 다공질층이 피복되어 일체화된 복합 다공막으로서, 그 복합 다공막의 막 두께는 6 $\mu\text{m}$  이상 35 $\mu\text{m}$  이하이며, 또한 투기도 (JIS P8117) 가 그 폴리올레핀 미다공막의 1.01 배 이상 2.00 배 이하이며, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 도포량이 1.0g/m<sup>2</sup> 이상 4.0g/m<sup>2</sup> 이하인 것을 특징으로 하는 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터를 제공한다. 추가로 본 발명은 이하의 발명도 제공한다.
- [0011] 1. 그 폴리올레핀 미다공막의 구멍 직경이 0.01 $\mu\text{m}$  이상 0.2 $\mu\text{m}$  이하인 것을 특징으로 하는 상기 발명 기재의 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터.
- [0012] 2. 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 도포량에 있어서, |표면의 도포량-이면의 도포량|/(표면의 도포량+이면의 도포량) 이 0 이상 0.2 이하인 것을 특징으로 하는 상기 발명 또는 1 기재의 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터.
- [0013] 3. 그 폴리올레핀 미다공막이, 폴리에틸렌을 주체로 하는 폴리올레핀 미다공막인 상기 발명, 1 또는 2 어느 1 항에 기재된 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터.
- [0014] 또 본 발명은 상기 세퍼레이터의 구체적인 제조 방법도 제공한다. 즉,
- [0015] (1) 아미드계 용제를 주체로 하는 용제에 폴리메타페닐렌이소프탈아미드를 용해시켜 고분자 용액을 제조하는 공정
- [0016] (2) 그 고분자 용액을 폴리올레핀 미다공막의 양면에 도포하는 공정
- [0017] (3) 고분자 용액의 도포된 폴리올레핀 미다공막을 반송하는 공정
- [0018] (4) 고분자 용액의 도포된 폴리올레핀 미다공막을 그 용제와 물로 이루어지는 응고액 중에 표리 양면이 응고액과 접하도록 침지시켜 폴리메타페닐렌이소프탈아미드를 응고시키는 공정
- [0019] (5) 응고된 복합막을 수세하는 공정
- [0020] (6) 수세된 복합막을 건조 공정
- [0021] 이상의 공정을 순서대로 거쳐 제조되는 본 발명 비수 전지용 세퍼레이터의 제조 방법. 또한, 그 고분자 용액이 상분리체를 함유하고, 그 농도가 5~50 중량% 인 것을 특징으로 하는 상기 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터의 제조 방법 및 그 응고액 중의 물의 비율이 30~80 중량% 인 것을 특징으로 하는 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터의 제조 방법을 제공한다.
- [0022] 본 발명 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터는, 폴리올레핀 미다공막의 양면에 폴리메타페닐렌이소프탈아미드로 이루어지는 다공질층이 피복되어 일체화된 복합 다공막이다.
- [0023] 본 발명 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터에 사용하는 폴리올레핀 미다공막은 단위 두께 당 투기도 (JIS P8117) 가 15초/100cc· $\mu\text{m}$  이상, 50초/100cc· $\mu\text{m}$  이하인 것이 바람직하다. 그 투기도는 폴리올레핀 미다공막의 모로폴로지를 반영한 것으로서, 이 수치가 작을수록 폴리올레핀 미다공막은 큰 구멍 직경의 구멍으로 이루어져 곡로율(曲路率)은 작게 되어 있다. 또, 크면 그 반대로, 작은 구멍 직경의 구멍으로 이루어져 곡로율은 크게 되어 있다. 본 발명 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터에서는 폴리올레핀 미다공막에 폴리메타페닐렌이소프탈아미드로 이루어지는 다공질층을 피복하는데, 그 투기도가 15초/100cc· $\mu\text{m}$  보다 작아지면, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드가 폴리올레핀 미다공막의 구멍으로 들어가 막힘을 일으키는 현상이 현저하게 나타난다. 이 때문에 방전 특성의 현저한 저하를 초래하고, 또 셋 다운 기능이 충분하게 발현되지 않게 된다. 이와 같은 관점에서, 본 발명 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터에 사용하는 폴리올레핀 미다공막의 투기도 (JIS P8117) 는 15초/100cc· $\mu\text{m}$  이상이 바람직하고, 더욱 20초/100cc· $\mu\text{m}$  이상이 바람직하다. 또, 그 투기도가 50초/100cc· $\mu\text{m}$  보다 커지면, 피복 유래의 막힘에 의한 성능 저하는 작아지지만, 폴리올레핀 미다공막 자체의 이온 투과성이 불충분해져 충분한 전지 성능을 얻는 것이 어려워진다. 양호한 전지 성능을 얻는다는 관점에서 그 투기도는 50초/100cc· $\mu\text{m}$  이하가 바람직하고, 더욱 40초/100cc· $\mu\text{m}$  이하가 바람직하다. 즉, 폴리올레핀 미다공막의

그 투기도는, 15초/100cc· $\mu\text{m}$  이상 50초/100cc· $\mu\text{m}$  이하가 바람직하며, 더욱 20초/100cc· $\mu\text{m}$  이상 50초/100cc· $\mu\text{m}$  이하, 더욱 20초/100cc· $\mu\text{m}$  이상 40초/100cc· $\mu\text{m}$  이하가 바람직하다.

[0024] 그 폴리올레핀 미다공막의 막 두께는 5 $\mu\text{m}$  이상 25 $\mu\text{m}$  이하가 바람직하다. 그 폴리올레핀 미다공막의 막 두께는 전지의 에너지 밀도를 고려하면 얇은 것이 바람직하다. 단, 생산성을 생각하면 충분한 기계 물성이 필요해져 박막화에는 한계가 있다. 종래의 세퍼레이터인 폴리올레핀 미다공막의 경우, 상기의 에너지 밀도·기계 물성 이외에 셋 다운 특성·내(耐)멜트 다운 특성·이온 투과성을 고려하여 설계되어 있고, 막 두께로는 15 $\mu\text{m}$ ~25 $\mu\text{m}$ 의 범위가 대체로 바람직한 범위로서 실용화되고 있다. 본 발명 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터의 경우, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드로 피복하므로 폴리올레핀 미다공막으로는 비교적 얇은 것도 적용 가능해진다. 즉, 그 폴리올레핀 미다공막의 막 두께는 5 $\mu\text{m}$  이상이 바람직하고, 더욱 10 $\mu\text{m}$  이상이 바람직하다. 또, 그 폴리올레핀 미다공막의 막 두께는 25 $\mu\text{m}$  이하가 바람직하고, 더욱 20 $\mu\text{m}$  이하, 더욱 15 $\mu\text{m}$  이하가 바람직하다. 구체적으로는, 그 폴리올레핀 미다공막의 막 두께는 5 $\mu\text{m}$  이상 25 $\mu\text{m}$  이하가 바람직하고, 또한 5 $\mu\text{m}$  이상 20 $\mu\text{m}$  이하, 더욱 10 $\mu\text{m}$  이상·20 $\mu\text{m}$  이하, 또한 5 $\mu\text{m}$  이상 15 $\mu\text{m}$  이하, 더욱 10 $\mu\text{m}$  이상 15 $\mu\text{m}$  이하가 바람직하다.

[0025] 그 폴리올레핀 미다공막의 구멍 직경은 0.01 $\mu\text{m}$  이상 0.2 $\mu\text{m}$  이하가 바람직하다. 여기에서, 구멍 직경은 주사형 전자 현미경 (SEM)에 의한 관찰로 구할 수 있다. 본 발명에 있어서는, SEM으로 그 폴리올레핀 미다공막의 표면을 관찰하고, 임의로 10 점의 구멍을 선정하여 각각 구멍 직경을 구하여, 이들을 평균함으로써 산출된 수치를 구멍 직경으로 한다. 본 발명의 세퍼레이터의 경우, 폴리올레핀 미다공막의 양면을 폴리메타페닐렌이소프탈아미드로 피복하므로, 폴리올레핀 미다공막의 구멍 직경이 충분히 크면 폴리메타페닐렌이소프탈아미드가 진입하여 막힘을 일으킨다. 또, 구멍 직경이 매우 작으면 양호한 전지 성능을 얻는 것이 어려워진다. 이와 같은 관점에서 폴리올레핀 미다공막의 구멍 직경은 0.01 $\mu\text{m}$  이상 0.2 $\mu\text{m}$  이하의 범위가 바람직하다.

[0026] 그 폴리올레핀 미다공막을 구성하는 재료는 폴리에틸렌을 주체로 하고 있는 편이 바람직하다. 폴리에틸렌을 주체로 한 것이 가장 양호한 셋 다운 기능을 발현시킬 수 있다. 구체적으로 폴리에틸렌 함유량은 70 중량% 이상이 바람직하고, 더욱 90 중량% 이상이 바람직하다.

[0027] 본 발명 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터에서는 그 폴리올레핀 미다공막에 폴리메타페닐렌이소프탈아미드로 이루어지는 다공질층을 양면에 피복하고, 이들을 일체화한다. 여기에서 피복된 다공질층은 내열성이 충분하고 폴리올레핀 미다공막의 멜트 다운을 유의하게 억제한다.

[0028] 여기에서, 본 발명에서 사용하는 폴리페닐렌이소프탈아미드는, N-메틸-피롤리돈에 용해시킨 경우에, 하기 식 (1)의 대수 점도로 나타내어, 0.8~2.5dL/g, 바람직하게는 1.0~2.2dL/g의 범위인 것이 바람직하다. 대수 점도가 0.8dL/g 보다 낮으면 충분한 물성이 되지 않고, 대수 점도가 2.5dL/g를 초과하면 안정한 고분자 용액을 얻는 것이 곤란해져, 균일한 다공질층을 형성할 수 없다.

[0029] 대수 점도 (단위:dL/g)= $\ln(T/T_0)/C$  (1)

[0030] T : 폴리페닐렌이소프탈아미드 0.5g 을 N-메틸-피롤리돈 100mL 에 용해시킨 용액의 30℃ 에 있어서의 모세관 점도계의 유동 시간

[0031] T<sub>0</sub> : N-메틸-피롤리돈의 30℃ 에 있어서의 모세관 점도계의 유동 시간

[0032] C : 용액 중의 폴리페닐렌이소프탈아미드의 농도 (g/dL)

[0033] 종래부터 폴리올레핀 미다공막에 내열성이 높은 재료로 이루어지는 다공질층을 피복하여 멜트 다운을 억제한다는 개념은 있다. 여기에서, 종래의 것은 편면에 대한 피복인 것에 대해, 본 발명에서는 양면에 피복한다는 점이 하나의 특징으로 되어 있다. 편면에 대한 피복은 일반적으로 피복시키는 공정은 간편하다고 생각할 수 있지만, 피복 후의 핸들링성은 켄의 문제가 있어 매우 나쁘다. 특히 전지 제조 공정에서 켄에 의한 위치 어긋남이 현저해진다. 이 때문에 전지의 단락 수율에 크게 악영향을 미쳐 전지의 생산성을 현저하게 저하시킨다. 그러나, 양면에 피복한 것은 상기와 같은 켄의 문제는 없어 핸들링성은 양호하다. 구체적으로는, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 도포량에 있어서, |표면의 도포량-이면의 도포량|/(표면의 도포량+이면의 도포량)이 0 이상 0.2 이하를 만족시킴으로써 켄을 유의하게 억제시킬 수 있다. 더욱, 0 이상 0.1 이하, 0 이상 0.05 이하, 0 이상 0.01 이하가 특히 바람직하다. 여기에서, 표면과 이면은 편의적으로 정한 것이고, 특별히 방향성이 있는 것은 아니다. 일방의 면을 표면으로 했을 경우, 타방의 면은 이면이 된다. 또 여기에서의 도포량은 중량 또는 막 두께 어느 것으로 정의해도 문제없다. 중량인 경우에는 어느 일방의 면을 박리함으로써 한쪽의 면의 도포량을 구할 수 있다. 또, 막 두께인 경우에는 주사형 전자 현미경 (SEM)으로

의 단면 관찰에 의해 구할 수 있다.

- [0034] 본 발명의 다른 특징은, 피복하는 재질로서 폴리메타페닐렌이소프탈아미드를 사용하는 것이다. 폴리메타페닐렌이소프탈아미드는 전체 방향족 폴리아미드의 1 종이고 메타형이다. 종래에는 파라형 전체 방향족 폴리아미드나 폴리아미드가 제안되어 있다. 이들 종래 제안되어 있는 것에 비해 폴리메타페닐렌이소프탈아미드는 구멍 직경이 큰 다공질 구조를 형성시키기 쉽다는 특징이 있다. 막힘을 방지하고 양호한 계면을 형성하기 위해서는, 피복되는 다공질층은 폴리올레핀 미다공막에 비해 충분히 구멍 직경이 클 필요가 있다. 이와 같은 관점에서 종래 제안되어 있는 계에 비하여 용이하게 폴리올레핀 미다공막과의 양호한 계면 형성이 가능해져, 이온 투과성이나 섷 다운 기능을 거의 저해시키지 않는 것을 용이하게 얻을 수 있다. 이와 같은 특징으로부터 2 개의 계면이 형성되는 양면 도포도 가능해진다.
- [0035] 또, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 다른 특징으로서 아미드계 용제에 용이하게 용해 가능하다는 점도 들 수 있다. 종래 제안되어 있는 계도 일체화시키는 공정에서 폴리머를 용제에 용해시킨 폴리머 용액을 폴리올레핀 미다공막에 도포하는 공정이 포함되어 있다. 종래의 계에서는 폴리머의 용해성이 충분하지 않기 때문에, 그 폴리머 용액을 제조할 때에 염 등의 제 3 성분을 첨가하는 수법을 사용하거나, 폴리머 전구체 용액에 촉매를 첨가한 것을 도포하여 도포 후 반응시키고 폴리머화시키는 수법을 사용하는 경우도 있다. 또, 공중합체를 사용하는 경우도 있다. 이와 같은 다른 성분의 첨가는 전기 화학 안정성에 악영향을 미칠 가능성이 있어 바람직하지 않다. 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 경우에는, 폴리머의 용해성이 높기 때문에 단순하게 용해하는 것만으로 좋다. 또, 이 폴리머 자체의 전기 화학적 안정성은 높기 때문에 종래의 계와 비교하여 전지의 내구성에 악영향을 줄 가능성은 현저하게 낮다. 또, 도포액의 제조가 용이하다는 점은 생산성의 관점에서도 바람직한 특징이다.
- [0036] 본 발명의 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터에서는 폴리올레핀 미다공막과 폴리페닐렌이소프탈아미드로 이루어지는 다공질층이 일체화되어 있다. 일체화의 수법은 후술하지만, 구체적으로 일체화란 통상의 헨들링에 있어서 용이하게 이들의 층이 분리되지 않는 것을 의미한다. 후술하는 수법으로 제작한 경우에는 이 개념에 있어서의 일체화는 충분히 만족시키고 있다.
- [0037] 본 발명 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터는 그 일체화된 복합 다공막이다. 그 복합 다공막의 투기도 (JIS P8117) 가 그 폴리올레핀 미다공막의 1.01배 이상 2.00배 이하인 것은 본 발명 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터의 특징이다. 이 1.01배 이상 2.00배 이하라는 수치는 복합화에 의해 발생된 폴리올레핀 미다공막과 폴리메타페닐렌이소프탈아미드 다공질층 계면에 있어서 막힘 등의 문제가 억제되어 있어 양호한 계면 형성이 이루어지고 있는 것을 나타내고 있다. 전술한 재료를 선정하여 후술하는 수법으로 복합화함으로써 이 수치를 용이하게 얻는 것이 가능해진다. 이 수치가 1.01배보다 낮아지는 것은 물론 도포에 의한 다운 억제 효과는 확인되지 않고 폴리올레핀 미다공막 그 자체의 특성이 된다. 또, 2.00배보다 커지면 막힘에 의한 문제가 현저해져, 방전 성능의 저하, 섷 다운 기능의 저해가 확인되어 바람직하지 않다.
- [0038] 본 발명의 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터에 있어서, 그 막 두께는 6 $\mu$ m 이상 35 $\mu$ m 이하가 바람직하다. 양면 합계의 도포 두께로서 1 $\mu$ m 이상 10 $\mu$ m 이하의 범위가 바람직하고, 폴리올레핀 미다공막의 막 두께를 고려하면 6 $\mu$ m 이상 35 $\mu$ m 이하의 범위가 그 세퍼레이터로서 바람직하게 된다. 세퍼레이터의 막 두께는 전지의 에너지 밀도를 고려하면 당연히 얇은 것이 바람직하고, 특히 30 $\mu$ m 이하, 더욱 25 $\mu$ m 이하, 더욱 20 $\mu$ m 이하의 범위가 바람직하게 된다. 양면 합계의 도포 두께도 5 $\mu$ m 이하가 더욱 바람직하다.
- [0039] 또, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 도포량은 1.0g/m<sup>2</sup> 이상 4.0g/m<sup>2</sup> 이하의 범위가 바람직하다. 여기에서, 이 도포량은 양면의 합계이다. 도포량이 1.0g/m<sup>2</sup> 보다 적으면 폴리메타페닐렌이소프탈아미드 피복의 효과를 충분히 얻을 수 없다. 또, 4.0g/m<sup>2</sup> 보다 많으면 도포 두께가 지나치게 두꺼워지거나, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드 다공질층의 부분이 이온 투과성을 저해시키도록 되거나 하여, 문제가 발생한다.
- [0040] 본 발명 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터는,
- [0041] (1) 아미드계 용제를 주체로 하는 용제에 폴리메타페닐렌이소프탈아미드를 용해시켜 고분자 용액을 제조하는 공정
- [0042] (2) 그 고분자 용액을 폴리올레핀 미다공막의 양면에 도포하는 공정
- [0043] (3) 고분자 용액이 도포된 폴리올레핀 미다공막을 반응하는 공정
- [0044] (4) 고분자 용액이 도포된 폴리올레핀 미다공막을 그 용제와 물로 이루어지는 응고액 중에 표리 양면이 응고액

과 접하도록 침지시켜 폴리메타페닐렌이소프탈아미드를 응고시키는 공정

[0045]

(5) 응고된 복합막을 수세하는 공정

[0046]

(6) 수세된 복합막을 건조 공정

[0047]

이상의 공정을 순서대로 거쳐 제조된다. 본 제조 방법의 최대의 특징은 폴리올레핀 미다공막의 양면에 폴리메타페닐렌이소프탈아미드 용액을 도포하고, 이것을 표리 양면이 응고액과 접하도록 응고액 중에 침지시켜 폴리페닐렌이소프탈아미드를 응고시키는 것이다. 이 수법을 사용함으로써 폴리올레핀 미다공막 양면에 폴리파라페닐렌이소프탈아미드 다공질층을 도포하여 일체화시키는 것이 용이하게 달성된다. 이 수법에서는 양면 동시에 도포가 완료되므로 생산성은 매우 양호하다. 또, 폴리올레핀 미다공막과 폴리페닐렌이소프탈아미드의 양호한 계면 형성에 있어서는, 그 고분자 용액을 도공하고 나서 응고시키기까지 그 고분자 용액이 폴리올레핀 미다공막 중에 깊이 스며드는 것이 요인으로 막힘 등의 문제가 발생된다. 이것은 그 고분자 용액의 점도와 도포로부터 응고에 도달하는 시간의 평균으로 정해지고, 본 제조 방법에 있어서는 반송 속도와 도포 장치 응고 욕 간의 거리로 용이하게 조정할 수 있다.

[0048]

그 아미드계 용제로는 디메틸아세트아미드, N-메틸피롤리돈, 디메틸포름아미드 등을 들 수 있다. 본 제조 방법에 있어서, 그 고분자 용액의 용제는 이 같은 아미드계 용제를 적용하는 것이 바람직하지만, 경우에 따라서는 상분리제도 함유한 혼합 용제를 사용하는 것이 바람직하다. 이 상분리제의 농도는 전체 용제량을 100 으로 했을 때, 5~50 중량% 의 범위가 바람직하다. 상분리제로는, 폴리프로필렌글리콜, 트리프로필렌글리콜, 에틸렌글리콜, 메탄올, 에탄올, 부탄디올, 폴리비닐피롤리돈 등을 들 수 있다.

[0049]

그 고분자 용액의 폴리페닐렌이소프탈아미드의 농도는 5~15 중량% 의 범위가 바람직하다.

[0050]

그 고분자 용액을 폴리올레핀 미다공막의 양면에 동시에 도포하는 경우, 2 개의 대체한 도포 장치 사이에 그 폴리올레핀 미다공막을 통과시키고, 양면으로부터 그 고분자 용액을 공급함으로써 양면 동시 도포를 달성할 수 있다. 구체적으로는 2 개의 마이어 바나 2 개 다이의 사이에 폴리올레핀 미다공막을 통과시켜 양면 동시 도공을 하는 수법을 생각할 수 있다. 이 수법을 채용함으로써 표리에 동등량의 도포를 행하는 것이 용이해진다. 이 때문에 결이 없는 본 발명 세퍼레이터를 용이하게 제조할 수 있다.

[0051]

고분자 용액 도포 후, 폴리올레핀 미다공막을 응고액 중에서 반송할 필요가 있다. 응고액은 도포 장치 하에 설치하여 도포 후 연속으로 침지 가능한 방법을 채용하는 것이 바람직하다. 폴리올레핀 미다공막의 모로폴로지·고분자 용액의 점도에 대해 반송 속도와 도포 장치 응고액 간의 거리가 중요해지지만, 이것은 본 발명 세퍼레이터가 얻어지도록 적절히 조정된다.

[0052]

응고액에 대한 폴리올레핀 미다공막의 진입은 표리 양면이 응고액과 접하도록 이루어진다. 이로써 양면 동시에 응고시킬 수 있어, 표리 동시에 일체화시키는 것이 가능해진다. 또 이 수법을 채용함으로써 표리 동등한 모로폴로지를 갖는 폴리메타페닐렌이소프탈아미드로 이루어지는 다공질층을 형성시킴으로, 제품에는 표리 이방성이 없다. 이 때문에 결과 같은 문제는 발생되기 어렵고, 핸들링성이 양호한 것이 된다. 또한 제품의 관리도 용이해져, 사용할 때에도 표리를 고려할 필요가 없어진다.

[0053]

그 응고액은 고분자 용액에 사용한 용제와 물의 혼합액이 바람직하다. 물의 비율은 30~80 중량% 의 범위가 특히 바람직하다.

[0054]

수세의 방법은 특별히 한정되지 않는다. 충분히 용제를 세정할 수 있는 조건을 채용하면 된다.

[0055]

건조 공정도 특별히 한정되지 않고, 종래의 방법을 적절히 사용하면 된다. 예를 들어, 열 롤러에 접촉시켜 건조시키는 방법, 열풍으로 건조시키는 방법 등을 들 수 있다.

### 실시예

[0056]

이하, 본 발명을 실시예에 의해 상세하게 설명한다.

[0057]

[측정 방법]

[0058]

[폴리올레핀 미다공막의 구멍 직경의 측정 방법]

[0059]

폴리올레핀 미다공막의 표면을 주사형 전자 현미경 (SEM) 으로 관찰한다. 임의로 구멍을 10 지점 선택하고, 이들 구멍의 구멍 직경을 구하여 평균함으로써 구멍 직경을 산출하였다.

- [0060] [막 두께의 측정 방법]
- [0061] 측정은 접촉식의 두께계 (미츠토요사 제조 LITEMATIC) 를 사용하였다. 측정 단자는 직경 5mm 인 것을 사용하고, 측정 중에는 7g 의 하중이 인가되도록 조정하여 측정하였다.
- [0062] [겔보기 중량의 측정 방법]
- [0063] 겔보기 중량은 측정 샘플을 10cm×10cm 로 잘라내어, 그 중량을 측정하였다. 중량을 면적으로 나눔으로써 겔보기 중량을 구하였다.
- [0064] [도포량의 측정 방법]
- [0065] 중량에 있어서의 도포량은, 복합 다공막의 겔보기 중량으로부터 폴리올레핀 미다공막의 겔보기 중량을 뺀으로써 산출하였다. 편면의 도포량은 타방의 면을 박리하여 이것의 겔보기 중량을 구하고 폴리올레핀 미다공막의 겔보기 중량을 뺀으로써 산출하였다.
- [0066] 두께에 있어서의 도포량은, 복합 다공막의 막 두께로부터 폴리올레핀 미다공막의 막 두께를 뺀으로써 산출하였다. 편면의 도포량은 타방의 면을 박리하여 이것의 두께를 구하고 폴리올레핀 미다공막의 막 두께를 뺀으로써 산출하였다.
- [0067] [투기도의 측정 방법]
- [0068] 투기도는 JIS P8117 에 따라 측정하였다.
- [0069] [단위 두께당 투기도 평가]
- [0070] 투기도를 막 두께로 나눔으로써 단위 두께당 투기도를 산출하였다.
- [0071] [복합 다공막에서의 투기도 변화]
- [0072] 복합 다공막의 투기도를 폴리올레핀 미다공막의 투기도로 나눔으로써 투기도 변화를 산출하였다.
- [0073] [셋 다운 특성의 측정 방법]
- [0074] 셋 다운 특성의 평가는, 세퍼레이터에 전기 분해액 (1M LiBF<sub>4</sub> PC/EC (1/1 중량비)) 을 함침시키고, 직경 15.5mm 의 SUS 판에 협지하여, 이것을 버튼 전지용 전지켄에 봉입하여, 평가 셀을 시험 제작하였다. 이 셀을 온도 제어가 가능한 항온조에 넣고, 1.5℃/분으로 250℃ 까지 승온시켜, 셀의 저항값을 측정하였다. 셀의 저항값은 교류법으로 측정하였다. 교류법에 의한 측정 조건은, 진폭 10mV, 주파수 1kHz 의 교류를 인가하여, 실측 성분을 셀 저항으로 하였다. 온도에 대해 셀 저항을 플롯하여, 셋 다운 온도와 멜트 다운 온도를 측정하였다. 셋 다운 온도는 저항값이 상승해 가는 과정에서 1000 ohm 이상이 되는 온도로 하고, 멜트 다운 온도는 저항값이 감소해 가는 과정에서 1000 ohm 이하가 되는 온도로 하였다.
- [0075] [전지 성능의 측정 방법]
- [0076] 정극 활물질의 코발트산 리튬 (LiCoO<sub>2</sub> ; 닛폰 화학 공업사 제조) 분말 89.5 중량부와 아세틸렌 블랙 (덴카 블랙 ; 덴키 화학 공업사 제조) 분말 4.5 중량부, 폴리불화비닐리덴 (쿠레하 화학 공업 주식회사 제조) 의 건조 중량이 6 중량부가 되도록 6 중량% 의 폴리불화비닐리덴의 N-메틸피롤리돈 용액을 사용하여, 정극제 페이스트를 제작하였다. 얻어진 페이스트를 두께 20μm 의 알루미늄 박 상에 도공하고, 건조 후 프레스하여 정극을 제작하였다.
- [0077] 부극 활물질의 흑연화된 메소페즈 카본 마이크로 비즈 (MCMB ; 오사카 가스 화학사 제조) 분말 87 중량부와 아세틸렌 블랙 3 중량부, 폴리불화비닐리덴의 건조 중량이 10 중량부가 되도록 6 중량% 의 폴리불화비닐리덴의 N-메틸피롤리돈 용액을 사용하여, 부극제 페이스트를 제작하였다. 얻어진 페이스트를 두께 18μm 의 구리 박 상에 도공하고, 건조 후 프레스하여 부극을 제작하였다.
- [0078] 상기 정극을 30mm×50mm 의 사이즈로 잘라내어 탭을 부착시켰다. 또 상기 부극은 32mm×52mm 의 사이즈로 잘라내어 탭을 부착시켰다. 세퍼레이터는 36mm×56mm 의 사이즈로 잘라내었다. 이들 정극/세퍼레이터/부극과 접합하고, 전기 분해액을 주입하여 알루미늄 라미네이트 필름 내에 봉입함으로써 알루미늄 라미네이트 외장 셀을 제작하였다. 여기에서 전해액에는 1M 이고 LiPF<sub>6</sub> 를 에틸렌카보네이트/에틸메틸카보네이트 (3/7 중량비) 에 용해시킨 것을 사용하였다.



- [0079] 그 셀에 있어서 0.2C 와 2C 에 있어서의 방전 전기량을 측정하고, (2C 에 있어서의 방전 전기량)/(0.2C 에 있어서의 방전 전기량)×100 을 전지 성능으로 하였다. 여기에서, 충전 조건은 0.2C 4.2V CC/CV 8 시간으로 하고, 방전 조건은 2.75V 컷 오프의 CC 방전으로 하였다.
- [0080] [복합 다공막의 제조예]
- [0081] 폴리메타페닐렌이소프탈아미드 (테이진 테크노 프로덕트 (주) 제조 Conex (등록 상표)) 6.0 중량%, 디메틸아세트아미드 (DMAc) 65.8 중량%, 트리프로필렌글리콜 (TPG) 28.2 중량% 의 조성이 되는 제막용 고분자 용액을 제조하였다. 여기에서, 대수 점도가 1.4dL/g 의 폴리메타페닐렌이소프탈아미드를 사용하였다. 다이에 폴리올레핀제 미다공막을 통과하고, 그 제막용 고분자 용액을 다이에 의해 그 폴리올레핀제 미다공막의 양면으로부터 공급하여 도포하였다. 이어서, 도포된 폴리올레핀제 미다공막을 DMAc 35 중량%, TPG 15 중량%, 물 50 중량% 의 조성으로 이루어지는 응고액에 양면이 접하도록 침지시켰다. 이어서, 수세·건조시켜, 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터인 복합 다공막을 얻었다.
- [0082] [시험예]
- [0083] [폴리올레핀 미다공막의 검토]
- [0084] 표 1 의 A, B, C 의 폴리올레핀 미다공막을 사용하고, 전술한 복합 다공막의 제조예에 따라 복합 다공막을 제작하였다. 또한 본 검토에서는 폴리올레핀 미다공막의 양면에 등량의 제막용 고분자 용액이 공급되도록 다이를 조정하였다. 얻어진 샘플의 특성을 표 2 에 나타낸다.
- [0085] 표 2 에 나타내는 바와 같이, 적절한 투기도와 구멍 직경을 갖는 폴리올레핀 미다공막을 선정하면 폴리올레핀 미다공막의 셋 다운 기능을 손상시키지 않고 벨트 다운 억제 효과를 유도할 수 있다. 그에 반해, 적절한 폴리올레핀 미다공막을 선정하지 않으면 폴리올레핀 미다공막의 셋 다운 기능이 손상된다.
- [0086] [도포량의 검토]
- [0087] 폴리올레핀 미다공막으로서, 표 1 의 B 를 사용하였다. 전술한 복합 다공막의 제조예에 따라 복합 다공막을 제작하였다. 또한 본 검토에서는 폴리올레핀 미다공막의 양면에 등량의 제막용 고분자 용액이 공급되도록 다이를 조정하였다. 다이로부터 공급되는 제막용 고분자 용액의 공급량과 다이의 클리어런스를 조정함으로써 도포량을 제어하여 표 3 에 나타내는 샘플을 제작하였다.
- [0088] 표 3 에 나타내는 바와 같이, 적절한 도포량으로 하지 않으면 전지 성능, 셋 다운 특성, 벨트 다운 억제 효과를 양립시킬 수 없다.
- [0089] [표리에서의 도포량 밸런스의 검토]
- [0090] 폴리올레핀 미다공막으로서 표 1 의 B 를 사용하였다. 전술한 복합 다공막의 제조예에 따라 복합 다공막을 제작하였다. 또한 본 검토에서는 폴리올레핀 미다공막의 일방의 면과 타방의 면에서 상이한 양의 제막용 고분자 용액이 공급되도록 다이를 조정하여, 표 4 에 나타내는 샘플을 제작하였다.
- [0091] 표 4 에 나타내는 바와 같이 적절한 밸런스로 도포하지 않으면 겉에 의해 헨들링성이 충분한 복합 다공막이 얻어지지 않는다.
- [0092] 이상의 시험예로부터 본 발명 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터가 되는 복합 다공막으로서 바람직한 구성을 확인할 수 있다. 이하, 이들 시험예의 지견에 기초하여 설계한 세퍼레이터의 실시예를 나타낸다.
- [0093] 이하, 본 발명에 대해 상세히 서술한다. 또한, 이들의 실시예 등 및 설명은 본 발명을 예시하는 것이고, 그 밖의 양태도 본 발명의 범주에 속할 수 있는 것은 말할 필요도 없다.
- [0094] 실시예
- [0095] 폴리올레핀 미다공막으로서 폴리에틸렌 미다공막 (토넨 화학사 제조 : E-16 MMS) 을 사용하였다. 이 폴리올레핀 미다공막은, 막 두께 17 $\mu$ m, 단위 두께 당 투기도 25초/100cc· $\mu$ m, 구멍 직경은 0.1 $\mu$ m 이었다. 전술한 복합 다공막의 제조예에 따라 복합 다공막을 제작하였다. 여기에서, 다이로부터는 등량의 제막용 고분자 용액이 공급되도록 다이를 조정하였다. 얻어진 복합 다공막은, 폴리올레핀 미다공막에 대해 투기도는 1.4배이며, 막 두께는 20 $\mu$ m, 도포량은 1.6g/m<sup>2</sup> 이었다. 또 표면의 도포량은 중량으로 0.8g/m<sup>2</sup>, 두께로 1.5 $\mu$ m, 이면의 도포량은 중량으로 0.8g/m<sup>2</sup>, 두께로 1.5 $\mu$ m 가 되어, 중량, 두께 모두 |표면의 도포량-이면의 도포량|/(표면의 도포량+이면의 도포량) = 0 이었다.

[0096] 이 복합 다공막에 대해 셋 다운 특성과 전지 성능의 평가를 행하였다. 셋 다운 온도는 141℃ 이며, 멜트 다운 온도는 250℃ 까지 확인되지 않았다. 또, 전지 성능은 94% 가 되어, 도포하기 전의 폴리에틸렌 미다공막과 동등하였다.

표 1

폴리올레핀 미다공막 제조회사	재질	막 두께, $\mu\text{m}$	겉보기 중량 $\text{g}/\text{m}^2$	투기도(단위 두께 당) $\text{초}/100\text{cc} \cdot \mu\text{m}$	구멍직경, $\mu\text{m}$	전지 성능 %	셋 다운 특성		
							셋다운 온도 $^{\circ}\text{C}$	멜트다운 온도 $^{\circ}\text{C}$	
A	토넨	PE	21	12.3	25	0.1	92	137	152
B	토넨	PE	17	10.7	25	0.1	94	138	152
C	아사히 화학	PE	18	8.5	5.4	0.3	95	148	158

[0098] \* 폴리에틸렌을 PE 로 표기

표 2

샘플 NO.	폴리올레핀 미다공막	투기도 변화 (배)	셋 다운 특성	
			셋 다운 온도 $^{\circ}\text{C}$	멜트 다운 온도 $^{\circ}\text{C}$
1	A	1.8	141	>250
2	B	1.4	141	>250
3	C	2.8	셋 다운 능력 없음	

표 3

샘플 NO.	도포량 (양면 합계) $\text{g}/\text{m}^2$	투기도 변화 (배)	전지 성능 %	셋 다운 특성	
				셋 다운 온도 $^{\circ}\text{C}$	멜트 다운 온도 $^{\circ}\text{C}$
4	0.5	1.1	94	139	173
5	1.8	1.4	94	141	>250
6	2.4	1.6	93	145	>250
7	4.5	2.1	75	셋 다운 능력 없음	

표 4

샘플 NO.	공급량		도포 중량 $\text{g}/\text{m}^2$		도포 두께 $\mu\text{m}$		컬의 유무
	표면	이면	표면	이면	표면	이면	
8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	무
9	1.0	0.8	1.1	0.8	1.6	1.2	무
10	1.0	0.5	1.2	0.4	1.8	0.6	유
11	1.0	0	1.4	0	2.0	0	유

[0102] \* 공급량은 표면을 1.0 으로 하고, 이면은 표면에 대한 상대량으로 나타내고 있다.

**산업상 이용 가능성**

[0103] 본 발명에 의하면 고에너지 밀도화·고출력화·대형화된 고성능의 비수계 2 차 전지에 요망되는 셋 다운 기능과 멜트 다운의 억제에 효과적인 내열성을 겸비하여 구비되고, 핸들링성·이온 투과성이 우수한 비수계 2 차 전지용 세퍼레이터의 제공이 가능해진다.