



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0123322  
(43) 공개일자 2024년08월13일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>H01M 10/658 (2014.01) F16L 59/02 (2024.01)<br/>H01M 10/0525 (2010.01) H01M 10/613 (2014.01)<br/>H01M 10/617 (2014.01) H01M 10/625 (2014.01)<br/>H01M 10/651 (2014.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>H01M 10/658 (2015.04)<br/>F16L 59/02 (2024.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2024-7018896</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2022년12월20일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2024년06월05일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/046979</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2023/120544<br/>국제공개일자 2023년06월29일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>JP-P-2021-209896 2021년12월23일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인<br/>이비덴 가부시키키가이샤<br/>일본 기후켄 오가키시 간다쵸 2쵸메 1반지</p> <p>(72) 발명자<br/>김보 나오유키<br/>일본 5010695 기후켄 이비군 이비가와쵸 기타가타 1-1 오가키 키타 플랜트 이비덴 가부시키키가이샤 내<br/>시마다 쇼헤이<br/>일본 5010695 기후켄 이비군 이비가와쵸 기타가타 1-1 오가키 키타 플랜트 이비덴 가부시키키가이샤 내</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인에이아이피</p> |
|---|--|

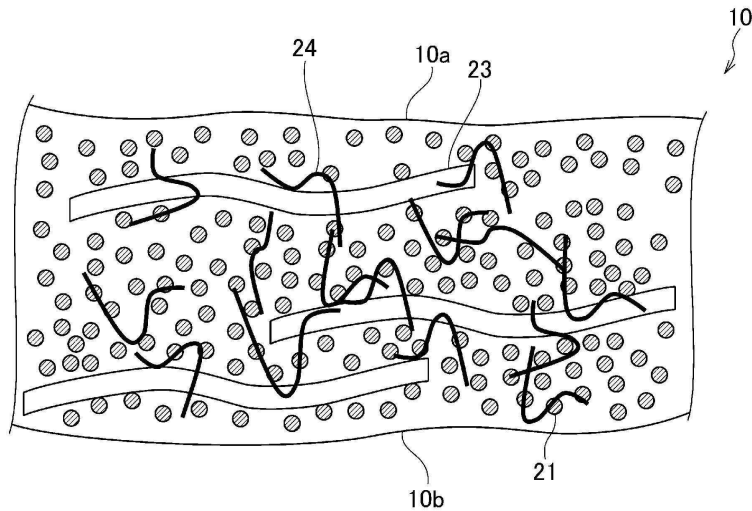
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 열전달 억제 시트 및 조전지

(57) 요약

균일한 단열성이나 방열성이 얻어지고, 전지셀이 열폭주한 경우에는, 인접하는 전지셀 사이에서 열을 차단함과 함께, 전지셀의 발열을 신속하게 방열시킨다. 열전달 억제 시트(10)는, 균일하게 분산된 무기입자(21)와, 균일하게 분산됨과 동시에 시트의 주면(10a, 10b)과 평행하게 일방향으로 배향되어 있는 제1 무기섬유(23)와, 상기 제1 무기섬유(23)와 교락하여 3차원 웹 구조를 형성하는 제2 무기섬유(24)를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01M 10/0525* (2013.01)  
*H01M 10/613* (2015.04)  
*H01M 10/617* (2015.04)  
*H01M 10/625* (2015.04)  
*H01M 10/651* (2015.04)  
*H01M 2220/20* (2013.01)  
*Y02E 60/10* (2020.08)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

균일하게 분산된 무기입자와,  
균일하게 분산되어 있으면서 시트의 주면(主面)에 평행하게 일방향으로 배향되어 있는 제1 무기섬유와,  
상기 제1 무기섬유와 교락(交絡, entanglement)하여 3차원 웹 구조를 형성하는 제2 무기섬유를 포함하는  
열전달 억제 시트.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 제1 무기섬유의 평균 섬유 직경이 상기 제2 무기섬유의 평균 섬유 직경보다 큰,  
열전달 억제 시트.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,  
상기 제1 무기섬유의 평균 섬유 길이가 상기 제2 무기섬유의 평균 섬유 길이보다 큰,  
열전달 억제 시트.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제1 무기섬유의 권축도가 상기 제2 무기섬유의 권축도보다 작은,  
열전달 억제 시트.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제1 무기섬유가 선형 또는 바늘 형상이고, 상기 제2 무기섬유가 수지형상 또는 수축형상인,  
열전달 억제 시트.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제1 무기섬유는 비정질의 섬유이고,  
상기 제2 무기섬유는 상기 제1 무기섬유보다 유리전이점이 높은 비정질 섬유 및 결정질 섬유로부터 선택되는 적어도 1 종으로 이루어진,

열전달 억제 시트.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제2 무기섬유의 열전도율이 41 [W/m·K] 이하인,  
열전달 억제 시트.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제1 무기섬유는 유리 섬유, 유리 울, 슬래그 울, 록 울, AES(Alkaline Earth Silicate) 섬유 및 내화성 (refractory) 세라믹 섬유로부터 선택되는 적어도 1 종으로 이루어지는 섬유인,  
열전달 억제 시트.

#### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제2 무기섬유는 알루미늄 섬유, 멀라이트 섬유, 알루미늄 실리케이트 섬유, 천연 광물계 섬유 및 지르코니아 섬유로부터 선택되는 적어도 1 종으로 이루어지는 섬유인,  
열전달 억제 시트.

#### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 무기입자가 실리카 입자, 티타니아 입자, 지르코니아 입자, 지르콘 입자, 티탄산 바륨 입자, 산화아연 입자 및 알루미늄 입자로부터 선택되는 적어도 1 종으로 이루어지는 입자인,  
열전달 억제 시트.

#### 청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 무기입자의 함유량은, 열전달 억제 시트 전체 중량에 대하여, 30 중량% 이상 80 중량% 이하인,  
열전달 억제 시트.

#### 청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 무기입자는 평균 2차 입자 직경이 1nm 이상 100nm 이하인,  
열전달 억제 시트.

**청구항 13**

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 무기섬유 및 상기 제2 무기섬유의 합계 함유량은, 열전달 억제 시트 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 30 중량% 이하인,

열전달 억제 시트.

**청구항 14**

복수의 전지셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 조전지에 있어서,

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 기재된 열전달 억제 시트를 사용한 조전지.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 예를 들면 전기 자동차 또는 하이브리드 차량 등을 구동하는 전동 모터의 전원이 되는 조전지 및 조전지에 사용되는 열전달 억제 시트에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래부터, 발열체로부터 다른 물체로의 열전달을 억제하기 위해서, 발열체에 근접시키거나 또는 적어도 일부를 발열체에 접촉시켜서 사용하는 열전달 억제 시트가 사용되고 있다.

[0003] 또한, 최근에는, 납축전지나 니켈 수소 전지 등에 비해, 고용량이면서 고출력이 가능한 리튬 이온 이차전지의 수요가 증가하고 있고, 휴대 전화, PC, 소형 전자 기기의 소용량 이차전지뿐만 아니라 자동차, 백업 전원 등의 대용량 이차전지에도 사용되고 있다. 특히, 자동차 분야에서는 환경 보호의 측면에서 전동 모터로 구동되는 전기 자동차 또는 하이브리드 자동차 등의 개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 전기 자동차 또는 하이브리드 차량 등에는 구동용 전동 모터의 전원이 되기 위한 복수의 전지셀이 직렬 또는 병렬로 연결된 조전지가 탑재되어 있다.

[0004] 그런데, 리튬 이온 이차전지는, 충방전시에 화학 반응에 기인하는 열이 발생하는 경우가 있고, 이 때문에 전지의 불량이 발생한다. 예를 들면, 어느 한 전지셀이 급격히 온도가 올라가 열폭주를 일으킨 경우, 인접하는 다른 전지셀에 열이 전파됨으로써, 다른 전지셀의 열폭주를 일으킬 우려가 있다.

[0005] 상기와 같은 조전지 분야에 있어서, 열폭주를 일으킨 전지셀로부터 인접하는 전지셀로의 열의 전파를 억제하고, 열폭주의 연쇄에 의한 전지의 연속발화 및 폭발에 의한 불량을 방지하기 위해, 전지셀 사이에 개재하는 다양한 열전달 억제 시트가 제안되어 있다.

[0006] 예를 들면, 특허문헌 1에서는, 섬유와 실리카 에어로겔을 포함하는 복합층과, 상기 복합층 안에서, 두께 방향으로 배치된 수지(樹脂) 지주를 포함하는 열전달 억제 시트가 기재되어 있다. 이러한 열전달 억제 시트에 의하면, 수지 지주에 의해 시트에 가해지는 압축 응력을 분산할 수 있고, 단열 특성을 유지할 수 있다. 전지셀 사이에 상기 열전달 억제 시트를 사용하면, 시트 중의 실리카 에어로겔에 가해지는 압축 응력을 수지 지주로 분산할 수 있어, 전지셀 사이의 단열성을 장기간 유지할 수 있다. 그 결과, 전지셀 사이의 열폭주에 의한 연속발화를 억제하며, 안전한 차량탑재용 전지를 제공할 수 있고, 또한, 단열성 수지 지주를 다공질의 수지로 하면, 전지셀로부터의 열전도를 억제할 수 있음이 기재되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본 특개2017-215014호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 그러나, 상기 열전달 억제 시트는, 단열성이 높기 때문에, 전지셀과 밀착하면 열이 가득 차서 전지셀의 열폭주를 촉진하는 경우가 있다.
- [0009] 또한, 상기 열전달 억제 시트는, 에어로겔이 존재하지 않는 수지 지지와 에어로겔이 존재하는 복합층에서 단열성이 다르기 때문에, 시트 내에서 단열성이나 방열성이 균일해지기 어렵다. 그 때문에, 전지셀로부터 발생한 열의 전달도 다르고, 열폭주가 발생한 경우, 열전달 억제 시트에서의 열전달을 억제할 수 없는 경우가 있다.
- [0010] 본 발명은, 상술한 상황을 감안하여 이루어진 것으로, 균일한 단열성이나 방열성을 얻을 수 있고, 전지셀이 열폭주한 경우에는, 이웃하는 전지셀 사이에서 열을 차단함과 함께, 전지셀의 발열을 신속하게 방열시킬 수 있는 열전달 억제 시트 및 열전달 억제 시트를 전지셀 사이에 개재한 조전지의 제공을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 본 발명의 상기 목적은 열전달 억제 시트에 관한 하기 [1]의 구성에 의해 달성된다.
- [0012] [1] 균일하게 분산된 무기입자와,
- [0013] 균일하게 분산되어 있으면서 시트의 주면(主面)에 평행하게 일방향으로 배향되어 있는 제1 무기섬유와, 상기 제1 무기섬유와 교락(交絡, entanglement)하여 3차원 웹 구조를 형성하는 제2 무기섬유를 포함하는, 열전달 억제 시트.
- [0014] 또, 열전달 억제 시트에 관한 본 발명의 바람직한 실시형태는, 이하의 [2] 내지 [13]에 관한 것이다.
- [0015] [2] 상기 제1 무기섬유의 평균 섬유 직경이 상기 제2 무기섬유의 평균 섬유 직경보다 큰, [1]에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0016] [3] 상기 제1 무기섬유의 평균 섬유 길이가 상기 제2 무기섬유의 평균 섬유 길이보다 큰, [1] 또는 [2]에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0017] [4] 상기 제1 무기섬유의 권축도가 상기 제2 무기섬유의 권축도보다 작은, [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0018] [5] 상기 제1 무기섬유가 선형 또는 바늘 형상이고, 상기 제2 무기섬유가 수지(樹枝)형상 또는 수축형상인, [1] 내지 [4] 중 어느 하나에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0019] [6] 상기 제1 무기섬유는 비정질의 섬유이고, 상기 제2 무기섬유는 상기 제1 무기섬유보다 유리전이점이 높은 비정질 섬유 및 결정질 섬유로부터 선택되는 적어도 1 종으로 이루어진, [1] 내지 [5] 중 어느 하나 또는 하나에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0020] [7] 상기 제2 무기섬유의 열전도율이 41 [W/m·K] 이하인, [1] 내지 [6] 중 어느 하나에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0021] [8] 상기 제1 무기섬유는 유리 섬유, 유리 울, 슬래그 울, 록 울, AES(Alkaline Earth Silicate) 섬유 및 내화성(refractory) 세라믹 섬유로부터 선택되는 적어도 1 종으로 이루어지는 섬유인, [1] 내지 [7] 중 어느 하나에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0022] [9] 상기 제2 무기섬유는 알루미늄 섬유, 멀라이트 섬유, 알루미늄 실리케이트 섬유, 천연 광물계 섬유 및 지르코니아 섬유로부터 선택되는 적어도 1 종으로 이루어지는 섬유인, [1] 내지 [8] 중 어느 하나에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0023] [10] 상기 무기입자가 실리카 입자, 티타니아 입자, 지르코니아 입자, 지르콘 입자, 티탄산 바륨 입자, 산화아연 입자 및 알루미늄 입자로부터 선택되는 적어도 1 종으로 이루어지는 입자인, [1] 내지 [9] 중 어느 하나에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0024] [11] 상기 무기입자의 함유량은, 열전달 억제 시트 전체 중량에 대하여, 30 중량% 이상 80 중량% 이하인, [1] 내지 [10] 중 어느 하나에 기재된 열전달 억제 시트.

- [0025] [12] 상기 무기입자는 평균 2차 입자 직경이 1nm 이상 100nm 이하인, [1] 내지 [11] 중 어느 하나에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0026] [13] 상기 제1 무기섬유 및 상기 제2 무기섬유의 합계 함유량은, 열전달 억제 시트 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 30 중량% 이하인, [1] 내지 [12] 중 어느 하나에 기재된 열전달 억제 시트.
- [0027] 또한, 본 발명의 상기 목적은, 조건지에 관한 하기 [14]의 구성에 의해 달성된다.
- [0028] [14] 복수의 전지셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 조건지에 있어서,
- [0029] [1] 내지 [13] 중 어느 하나에 기재된 열전달 억제 시트를 사용한 조건지.

**발명의 효과**

- [0030] 본 발명에 의하면, 열전달 억제 시트의 내부에서, 제1 무기섬유가 주면(主面)에 평행한 하나의 방향으로 배향하면서 분산되어 있기 때문에, 시트 내에서의 단열성이나 방열성이 우수하면서 균일하게 되어, 전지셀로부터의 발열을 효과적으로 방열할 수 있다. 따라서, 전지셀이 열폭주를 일으킨 경우에도, 인접하는 전지셀로의 열을 차단하여 연쇄반응을 방지할 수 있다. 또한, 제1 무기섬유와 제2 무기섬유가 교락(交絡, entanglement)하여 3차원 웹 구조를 형성함과 함께, 제2 무기섬유가 제1 무기섬유와 제1 무기섬유를 연결하는 열전달 경로로서 기능하여 열전달성이 보다 높아짐과 함께, 3차원 웹 구조가 됨으로써 강도 측면에서 우수하게 된다.
- [0031] 본 발명의 조건지에서는, 상기 열전달 억제 시트가 사용된다. 따라서, 본 발명의 조건지는 안정된 동작이 지속되고, 전지셀의 열폭주가 발생해도 피해를 최소한으로 억제할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0032] 도 1은 본 발명의 실시 형태와 관련된 열전달 억제 시트의 구성을 나타내는 모식도이다.
- 도 2는 본 실시형태에 따른 조건지를 개략적으로 도시하는 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0033] 본원의 발명자들은, 전지셀이 열폭주한 경우에는, 이웃하는 전지셀 사이에서 열을 차단함과 동시에, 전지셀의 발열을 신속하게 방열시키는 단열성과 방열성이 우수한 열전달 억제 시트를 제공하기 위해 검토를 거듭한 결과, 시트에 포함되는 무기섬유의 배향이 중요하다는 것을 발견하였다. 그리고, 배향하고 있는 제1 무기섬유에서는 열이 전도되기 쉽고, 시트 내에서의 단열성이나 방열성이 우수함과 동시에 균일해져, 전지셀로부터의 발열을 효과적으로 방열할 수 있다. 또한, 제1 무기섬유와 제2 무기섬유가 교락하여 3차원 웹 구조를 형성함으로써, 제2 무기섬유가 배향된 제1 무기섬유끼리를 연결하는 열전달 경로가 되어 열전도성이 보다 높아지고, 또한 3차원 웹 구조에 의해 강도면에서 우수하게 됨을 발견하였다. 본 발명은 이러한 발견에 기초한다.
- [0034] 이하, 본 발명의 실시형태에 관한 열전달 억제 시트 및 조건지에 관하여, 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다. 또한, 본 발명은 이하에 설명하는 실시 형태에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 임의로 변경하여 실시할 수 있다.

**[1. 열전달 억제 시트]**

- [0035] 본 발명의 열전달 억제 시트는,
- [0036] (1) 균일하게 분산된 무기입자와,
- [0037] (2) 균일하게 분산되어 있으면서 시트의 주면(主面)에 평행하게 일방향으로 배향되어 있는 제1 무기섬유와,
- [0038] (3) 제1 무기섬유와 교락(交絡, entanglement)하여 3차원 웹 구조를 형성하는 제2 무기섬유를 포함한다.
- [0039]
- [0040] 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관한 열전달 억제 시트(10)의 구성을 나타내는 모식도이다. 도시된 바와 같이, 열전달 억제 시트(10)의 주면(10a, 10b)에 평행하게 일방향으로 제1 무기섬유(23)가 층상으로 배향되어 있다. 또한, 제1 무기섬유(23)가 제2 무기섬유(24)와 교락하여 3차원 웹 구조를 형성하고 있다. 그와 함께, 제1 무기섬유(23)와 제2 무기섬유(24) 사이의 공간에, 무기입자(21)가 균일하게 퍼져서 유지되고 있다. 무기입자(21), 제1 무기섬유(23) 및 제2 무기섬유(24)는 모두 내열성 재료이며, 또한, 입자 사이, 입자와 섬유 사이, 섬유 사이에 미소한 공간이 무수하게 형성되어, 공기에 의한 단열 효과도 발휘되기 때문에, 열전달 억제 성능이 우수하

다.

- [0041] 또한, 본 발명에 있어서, 「일방향으로 배향」이란, 제1 무기섬유(23)가 모두 그 방향을 향하고 있을 필요는 없고, 특정한 하나의 방향으로 제1 무기섬유(23)가 늘어선 경향이 높으면 된다. 또한, 제1 무기섬유(23)가 특정 방향으로 배향하고 있는 것은, 육안에 의한 확인으로 판단할 수 있지만, 섬유의 판별이 어려운 경우에는, 해당 방향의 굽힘 강도를 측정하여, 다른 방향보다 20% 이상 큰 것으로 확인할 수 있다.
- [0042] (제1 무기섬유)
- [0043] 제1 무기섬유(23)는 비정질 섬유이고, 제2 무기섬유(24)는 제1 무기섬유(23)보다 유리전이점이 높은 비정질 섬유 및 결정질 섬유로부터 선택된 적어도 1종으로 이루어지는 섬유이다. 또한, 결정질의 무기섬유의 용점은 통상 비정질 무기섬유의 유리전이점보다 높다. 그 때문에, 제1 무기섬유(23)는, 고온에 노출되면 그 표면이 제2 무기섬유(24)보다 먼저 연화되어, 무기입자(21)나 제2 무기섬유(24)를 결합시키기 때문에, 열전달 억제 시트(10)의 기계적 강도를 향상시킬 수 있다.
- [0044] 제1 무기섬유(23)로서는, 유리 섬유, 글라스 울, 슬래그 울, 록 울, AES(Alkaline Earth Silicate) 섬유 및 내화성(refractory) 세라믹 섬유를 바람직하게 사용할 수 있고, 이들은 각각 단독으로도, 복수의 종류를 혼합해서도 사용할 수 있다. 그 중에서도, 용점이 700℃ 미만인 무기섬유가 바람직하고, 여러 비정질 무기섬유를 사용할 수 있다. 특히, SiO<sub>2</sub>를 포함하는 섬유인 것이 바람직하고, 저렴하고, 구입이 용이하며, 취급성 등이 우수한 측면에서 유리 섬유인 것이 보다 바람직하다.
- [0045] (제2 무기섬유)
- [0046] 제2 무기섬유(24)는, 상술한 바와 같이, 제1 무기섬유(23)보다 유리전이점이 높은 비정질 섬유, 및 결정질 섬유로부터 선택되는 적어도 1종으로 이루어지는 섬유이다. 제2 무기섬유(24)로는, 많은 결정성의 무기섬유를 사용할 수 있다.
- [0047] 제2 무기섬유(24)가 결정질 섬유로 이루어지거나, 또는 제1 무기섬유(23)보다 유리전이점이 높으면, 고온에 노출되었을 때 제1 무기섬유(23)가 연화되어도 제2 무기섬유(24)는 용융되거나 연화되지 않는다. 따라서, 전지셀의 열폭주시에도 형상을 유지할 수 있고, 전지셀 사이에 계속 존재할 수 있다. 또한, 제2 무기섬유(24)가 용융 또는 연화되지 않으면, 무기입자(21)와 무기입자(21)의 사이, 무기입자(21)와 제1 무기섬유(23)와 제2 무기섬유(24)의 사이, 제1 무기섬유(23)와 제2 무기섬유(24) 사이의 미세한 공간이 유지되기 때문에, 공기에 의한 단열 효과가 발휘되어, 우수한 열전달 억제 성능을 유지할 수 있다.
- [0048] 제2 무기섬유(24)가 결정질인 경우, 제2 무기섬유(24)로는, 알루미나 섬유, 멀라이트 섬유, 알루미나 실리케이트 섬유, 상기 이외의 광물계 섬유로서, 규회석(wollastonite) 등의 천연 광물계 섬유, 지르코니아 섬유를 바람직하게 사용할 수 있고, 이들은 각각 단독으로도, 복수의 종류를 혼합할 수도 있다. 그 중에서도, 용점이 1000℃를 초과하게 되면, 전지셀의 열폭주가 발생하더라도, 제2 무기섬유는 용융 또는 연화하지 않고 그 형상을 유지할 수 있기 때문에, 바람직하게 사용할 수 있다.
- [0049] 또한, 제2 무기섬유(24)가 비정질인 경우라도, 제1 무기섬유(23)보다 유리전이점이 높은 섬유이면 사용할 수 있다. 예를 들면, 제1 무기섬유(23)보다 유리전이점이 높은 유리 섬유를 제2 무기섬유(24)로서 사용할 수 있다.
- [0050] 또한, 상술한 바와 같이, 제1 무기섬유(23)는 제2 무기섬유(24)보다 유리전이점이 낮고, 고온에 노출되었을 때에 제1 무기섬유(23)가 먼저 연화되기 때문에, 제1 무기섬유(23)로 무기입자(21) 및 제2 무기섬유(24)를 결합시킬 수 있다. 그러나, 예를 들면, 제2 무기섬유(24)가 비정질이고, 그 섬유 직경이 제1 무기섬유(23)의 섬유 직경보다 얇은 경우에, 제1 무기섬유(23)와 제2 무기섬유(24)와의 유리전이점이 근접하게 되면, 제2 무기섬유(24)가 먼저 연화될 우려가 있다. 따라서, 제2 무기섬유(24)가 비정질 섬유인 경우에, 제2 무기섬유(24)의 유리전이점은 제1 무기섬유(23)의 유리전이점보다 100℃ 이상 높은 것이 바람직하고, 300℃ 이상 높은 것이 더욱 바람직하다.
- [0051] (제1 무기섬유 및 제2 무기섬유의 평균 섬유 직경과 평균 섬유 길이)
- [0052] 본 발명에 있어서, 평균 섬유 직경이 굵은(굵은 직경의) 무기섬유는, 열전달 억제 시트(10)의 기계적 강도나 형상유지성을 향상시키는 효과를 갖는다. 제1 무기섬유(23) 및 제2 무기섬유(24) 중 어느 한쪽의 직경을 굵게 함으로써 상기 효과를 얻을 수 있다. 열전달 억제 시트(10)에는, 외부로부터의 충격이 작용하는 경우가 있기 때문에, 굵은 직경의 무기섬유를 포함함으로써 내충격성이 높아진다. 외부로부터의 충격으로는, 예를 들면 전지셀의

팽창에 의한 가압력이나, 전지셀의 발화에 의한 풍압 등이 있다.

- [0053] 또한, 기계적 강도나 형상유지성을 향상시키기 위해서는, 굵은 직경의 무기섬유는 선형 또는 바늘형상인 것이 특히 바람직하다. 또한, 선형 또는 바늘형상 섬유란, 후술하는 권축도가 예를 들면 10% 미만, 바람직하게는 5% 이하인 섬유를 말한다.
- [0054] 보다 구체적으로, 열전달 억제 시트(10)의 기계적 강도나 형상유지성을 향상시키기 위해서는, 굵은 직경의 무기 섬유의 평균 섬유 직경은 1 $\mu$ m 이상인 것이 바람직하고, 3 $\mu$ m 이상인 것이 보다 바람직하다. 단, 굵은 직경의 무기 섬유가 지나치게 굵어지면, 열전달 억제 시트(10)로의 성형성, 가공성이 저하될 우려가 있기 때문에, 평균 섬유 직경은 20 $\mu$ m 이하인 것이 바람직하고, 15 $\mu$ m 이하인 것이 보다 바람직하다. 또한, 굵은 직경의 무기섬유는 너무 길어도 성형성이나 가공성이 저하될 우려가 있기 때문에, 섬유 길이를 100mm 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, 굵은 직경의 무기섬유는 너무 짧아도 형상유지성이나 기계적 강도가 저하되기 때문에, 섬유 길이를 0.1mm 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0055] 한편, 평균 섬유 직경이 얇은(얇은 직경의) 무기섬유는, 무기입자(21)의 유지성을 향상시킴과 동시에, 열전달 억제 시트(10)의 유연성을 높이는 효과를 갖는다. 따라서, 제1 무기섬유(23) 및 제2 무기섬유(24) 중 다른 쪽을 얇은 직경으로 함으로써, 상기 효과를 얻을 수 있다.
- [0056] 보다 구체적으로, 무기입자(21)의 유지성을 향상시키기 위해서는, 얇은 직경의 무기섬유는 변형이 용이하고, 유연성을 갖는 것이 바람직하다. 따라서, 얇은 직경의 무기섬유는 평균 섬유 직경이 1 $\mu$ m 미만인 것이 바람직하고, 0.1 $\mu$ m 이하인 것이 보다 바람직하다. 단, 얇은 직경의 무기섬유가 너무 가늘면 깨지거나 절단되기 쉬워, 무기입자(21)의 유지 능력이 저하된다. 또한, 무기입자(21)를 유지하지 않고 섬유가 서로 얽힌 채로 시트 중에 존재하는 비율이 많아져, 무기입자(21)의 유지 능력의 저하에 더하여, 성형성이나 형상유지성도 떨어지게 된다. 그 때문에, 얇은 직경의 무기섬유의 평균 섬유 직경은 1nm 이상이 바람직하고, 10nm 이상이 보다 바람직하다.
- [0057] 또한, 얇은 직경의 무기섬유는, 너무 길어지면 성형성이나 형상유지성이 저하되기 때문에, 섬유 길이는 0.1mm 이하인 것이 바람직하다. 또한, 얇은 직경의 무기섬유는 지나치게 짧아도 형상 유지성이나 기계적 강도가 저하되기 때문에, 섬유 길이를 1 $\mu$ m 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0058] 또한, 얇은 직경의 무기섬유는 수지(樹枝)형상 또는 수축 형상인 것이 바람직하다. 얇은 직경의 무기섬유가 이러한 형상을 가지면, 굵은 직경의 무기섬유나 무기입자(21)와 서로 얽히게 된다. 그 때문에, 무기입자(21)의 유지 능력이 향상된다. 또한, 열전달 억제 시트(10)가 가압력이나 풍압을 받았을 때에, 얇은 직경의 무기섬유가 미끄러져 이동하는 것이 억제되어, 이에 따라, 특히 외부로부터의 가압력이나 충격에 저항하는 기계적 강도가 향상된다.
- [0059] 또한, 수지형상이란, 2차원적 또는 3차원적으로 분기된 구조이며, 예를 들면 깃털 형상, 테트라포드 형상, 방사선 형상, 입체망상이 있다.
- [0060] 얇은 직경의 무기섬유가 수지형상인 경우에, 그 평균 섬유 직경은, SEM에 의해 줄기부 및 가지부의 직경을 여러 군데 측정하고, 이들의 평균값을 산출함으로써 얻을 수 있다.
- [0061] 또, "수축 형상"이란 섬유가 다양한 방향으로 접히거나 구부러진 구조이다. 수축 형태를 정량화하는 방법의 하나로, 전자 현미경 사진으로부터 그 권축도를 산출하는 것이 알려져 있고, 예를 들면 하기 식으로부터 산출할 수 있다.
- [0062] 권축도(%) = (섬유 길이-섬유 말단간 거리)/(섬유 길이)×100
- [0063] 여기서, 섬유 길이, 섬유 말단간 거리 모두 전자 현미경 사진상에서의 측정값이다. 즉, 2차원 평면상에 투영된 섬유 길이, 섬유 말단간 거리이며, 현실의 값보다 짧게 된다. 이 식에 기초하여, 미세 직경의 무기섬유의 권축도는 10% 이상이 바람직하고, 30% 이상이 보다 바람직하다. 권축도가 작으면, 무기입자(21)의 유지 능력이나, 굵은 직경의 무기섬유끼리, 굵은 직경의 무기섬유와의 얽힘(네트워크)이 형성되기 어렵게 된다.
- [0064] 상술한 바와 같이, 제1 무기섬유(23) 및 제2 무기섬유(24) 중 어느 한쪽의 평균 섬유 직경이, 다른 한쪽의 평균 섬유 직경보다 큰 것이 바람직하지만, 본 발명에서는 제1 무기섬유 섬유(23)의 평균 섬유 직경이 제2 무기섬유(24)의 평균 섬유 직경보다 큰 것이 보다 바람직하다. 제1 무기섬유(23)의 평균 섬유 직경이 굵은 직경이면, 제1 무기섬유(23)의 유리전이점이 낮고 빨리 연화되기 때문에, 온도의 상승함에 따라 막형태로 되어 단단해진다. 한편, 제2 무기섬유(24)의 평균 섬유 직경이 얇은 직경이면, 온도가 상승하더라도 얇은 직경의 제2 무기섬유(24)가 섬유의 형상으로 잔존하기 때문에, 열전달 억제 시트(10)의 구조를 유지하고 가루떨어짐을 방지할 수 있

다.

- [0065] 또한, 제1 무기섬유(23)로서, 굵은 직경이면서 선형 또는 바늘 형상인 무기섬유와, 얇은 직경이면서 수지 형상 또는 수축 형상의 무기섬유가 모두 사용되고, 제2 무기섬유(24)로서 굵은 직경이면서 선형 또는 바늘 형상의 무기섬유와, 얇은 직경이면서 수지형상 또는 수축형상의 무기섬유가 모두 사용되고 있으면, 무기입자(21)의 유지 효과, 기계적 강도 및 형상유지성을 더욱 향상시킬 수 있기 때문에 가장 바람직하다.
- [0066] 또한, 제1 무기섬유(23)의 평균 섬유 길이가 제2 무기섬유(24)보다 크게 됨으로써, 배향 길이가 신장되기 때문에 방열성이 보다 높아진다. 또한, 제2 무기섬유(24)가 수지형상 또는 수축형상이기 때문에, 제1 무기섬유와의 교락이 용이하고, 열전달 경로 및 형상 유지에 효과적으로 된다.
- [0067] (제1 무기섬유 및 제2 무기섬유의 열전도율)
- [0068] 열전달 억제 시트(10)는 단열 성능이 우수할수록 바람직하고, 제1 무기섬유(23) 및 제2 무기섬유(24) 모두 열전도율이 낮은 것이 바람직하다. 그러나, 제2 무기섬유(24)는, 층상으로 배향되어 있는 제1 무기섬유끼리를 연결하는 열전달 경로가 되기 때문에, 제1 무기섬유(23)보다 열전도율이 높은 것이 바람직하다. 그 때문에, 단열 성능을 고려하여, 제2 무기섬유(24)의 열전도율은 41[W/m·K] 이하인 것이 바람직하다.
- [0069] (무기입자)
- [0070] 무기입자(21)의 재질은 특별히 한정되지 않지만, 산화물 입자, 탄화물 입자, 질화물 입자 및 무기 수화물 입자를 사용할 수 있다. 그 중에서도 산화물 입자가 바람직하다. 또한, 무기입자(21)의 형상 및 크기에 대해서도 특별히 한정되지 않지만, 나노 입자, 중공 입자 및 다공질 입자로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는 것이 바람직하고, 나노 입자를 포함하는 것이 보다 바람직하다.
- [0071] 무기입자(21)는, 각각 단독으로도, 2종 이상을 조합하여 사용해도 된다. 2종 이상의 열전달 억제 효과가 서로 다른 무기입자(21)를 병용하면, 발열체를 다단으로 생각할 수 있어, 흡열 작용을 보다 넓은 온도 범위에서 발현할 수 있다. 또한, 무기입자(21)는 굵은 직경의 입자와 얇은 직경의 입자를 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다. 굵은 직경의 무기입자끼리의 간극에 얇은 직경의 무기입자가 들어가면, 보다 치밀한 구조가 되어, 열전달 억제 효과를 향상시킬 수 있다.
- [0072] 무기입자(21)의 평균 2차 입자 직경이 0.01 $\mu$ m 이상이면, 구입하기 쉽고, 제조 비용의 상승을 억제할 수 있다. 또한, 200 $\mu$ m 이하이면, 원하는 단열 효과를 얻을 수 있다. 따라서, 무기입자(21)의 평균 2차 입자 직경은 0.01 $\mu$ m 이상 200 $\mu$ m 이하인 것이 바람직하고, 0.05 $\mu$ m 이상 100 $\mu$ m 이하인 것이 보다 바람직하다.
- [0073] 이하, 무기입자(21)에 대하여 상세히 설명한다.
- [0074] (산화물 입자)
- [0075] 무기입자(21)로서 바람직한 산화물 입자는, 굴절률이 높고 광을 난반사시키는 효과가 강하기 때문에, 무기입자(21)로서 산화물 입자를 사용하면, 특히 이상 발열 등의 고온 영역에서 복사열 전달을 억제할 수 있다. 구체적으로는 실리카 입자, 티타니아 입자, 지르코니아 입자, 지르콘 입자, 티탄산 바륨 입자, 산화 아연 입자 및 알루미늄 입자가 바람직하다. 특히, 실리카 입자는 단열성이 높은 성분이고, 티타니아 입자는 다른 금속 산화물과 비교하여 굴절률이 높은 성분으로, 500 $^{\circ}$ C 이상의 고온 영역에서 광을 난반사시켜 복사열을 차단하는 효과가 높기 때문에, 산화물 입자로서 실리카 입자 및 티타니아 입자를 사용하는 것이 가장 바람직하다.
- [0076] (산화물 입자의 평균 1차 입자 직경: 0.001 $\mu$ m 이상 50 $\mu$ m 이하)
- [0077] 산화물 입자의 입자경은, 복사열을 반사하는 효과에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 평균 1차 입자경을 소정의 범위로 한정하면, 한층 높은 단열성을 얻을 수 있다.
- [0078] 즉, 산화물 입자의 평균 1차 입자 직경이 0.001 $\mu$ m 이상이면, 가열에 기여하는 광의 파장보다 충분히 크고, 빛을 효율적으로 난반사시키기 때문에, 500 $^{\circ}$ C 이상의 고온 영역에서 시트 내에 있어서의 복사열 전달이 억제되어, 한층 단열성을 향상시킬 수 있다. 한편, 산화물 입자의 평균 1차 입자 직경이 50 $\mu$ m 이하이면, 압축되더라도 입자간의 접점이나 수가 증가하지 않고, 전도열 전달의 경로를 형성하기 어렵기 때문에, 특히 전도열 전달이 지배적인 통상 온도 영역의 단열성에 대한 영향을 작게 할 수 있다.
- [0079] 2종 이상의 산화물 입자를 사용하는 경우에, 굵은 직경 입자와 얇은 직경 입자(나노 입자)를 혼합 사용하는 것도 바람직하고, 이 경우의 굵은 직경 입자의 평균 1차 입자 직경은, 1 $\mu$ m 이상 50 $\mu$ m 이하인 것이 보다 바람직하다.

고, 5 $\mu\text{m}$  이상 30 $\mu\text{m}$  이하인 것이 더욱 바람직하며, 10 $\mu\text{m}$  이하인 것이 가장 바람직하다. 또한, 본 발명에 있어서 평균 1차 입자 직경은, 현미경으로 입자를 관찰하고, 표준 스케일과 비교하여, 임의의 입자 10개의 평균을 취함으로써 구할 수 있다.

[0080] (나노 입자)

[0081] 본 발명에 있어서, 나노 입자란, 구형 또는 구형에 가까운 평균 1차 입자 직경이 1 $\mu\text{m}$  미만인 나노미터 수준의 입자를 나타낸다. 나노 입자는 저밀도이기 때문에 전도열 전달을 억제하고, 무기입자로서 나노 입자를 사용하면, 더욱 공극이 미세하게 분산되기 때문에, 대류열 전달이 억제되는 우수한 단열성을 얻을 수 있다. 이 때문에, 통상적인 상온 영역의 전지 사용시에 있어, 인접하는 나노 입자 사이의 열의 전도를 억제할 수 있는 점에서, 나노 입자를 사용하는 것이 바람직하다.

[0082] 또한, 본 발명에 있어서, 무기입자(21)로서 선택되는 산화물 입자, 탄화물 입자, 질화물 입자 및 무기 수화물 입자 중 적어도 1종이 나노 입자인 것이 바람직하다. 또한, 산화물 입자로서 평균 1차 입자 직경이 작은 나노 입자를 사용하면, 전지셀의 열폭주에 수반하는 팽창에 의해 열전달 억제 시트(10)가 압축되어 내부의 밀도가 올라간 경우라도, 열 전달 억제 시트(10)의 전도열 상승을 억제할 수 있다. 이것은, 나노 입자가 정전기에 의한 반발력으로 입자 사이에 미세한 공극이 생기기 쉽고, 부피 밀도가 낮기 때문에, 완충성이 있도록 입자가 충전되기 때문이라고 생각된다.

[0083] 또한, 본 발명에 있어서, 무기입자(21)로서 나노 입자를 사용하는 경우, 상기 나노 입자의 정의에 따른 것이라면, 재질은 특별히 제한되지 않는다. 예를 들면, 실리카 나노 입자는 단열성이 높은 재료인 것에 더하여, 입자 끼리의 접점이 작기 때문에, 실리카 나노 입자에 의해 전도되는 열량은, 입자 직경이 큰 실리카 입자를 사용한 경우에 비해 작게 된다. 또한, 일반적으로 구입할 수 있는 실리카 나노입자는 부피밀도가 0.1g/cm<sup>3</sup> 정도이기 때문에, 예를 들면 열전달 억제 시트(10)의 양측에 배치된 전지셀이 열팽창하여 열전달 억제 시트(10)에 대하여 큰 압축 응력이 가해진 경우라도, 실리카 나노 입자끼리의 접점의 크기(면적)나 수가 현저하게 커지지 않고, 단열성을 유지할 수 있다. 따라서, 나노입자로서 실리카 나노입자를 사용하는 것이 바람직하다. 실리카 나노 입자로서는 습식 실리카, 건식 실리카, 에어로겔 등을 사용할 수 있다.

[0084] 앞서 본 바와 같이, 티타니아는 복사열을 차단하는 효과가 높고, 실리카 나노 입자는 전도열 전달이 매우 작음과 동시에, 열전달 억제 시트(10)에 압축 응력이 가해진 경우라도, 우수한 단열성을 유지할 수 있기 때문에, 무기입자(21)로서 티타니아 입자 및 실리카 나노 입자를 모두 사용하는 것이 가장 바람직하다.

[0085] (나노 입자의 평균 1차 입자 직경: 1nm 이상 100nm 이하)

[0086] 나노입자의 평균 1차 입자 직경을 소정의 범위로 한정하면, 한층 높은 단열성을 얻을 수 있다.

[0087] 즉, 나노 입자의 평균 1차 입자 직경을 1nm 이상 100nm 이하로 하면, 특히 500 $^{\circ}\text{C}$  미만의 온도 영역에서, 열전달 억제 시트(10) 내부의 열의 대류열 전달 및 전도열 전달을 억제할 수 있어, 단열성을 보다 더욱 향상시킬 수 있다. 또한, 압축 응력이 가해진 경우라도, 나노 입자 사이에 남은 공극과 많은 입자 간의 접점이 열전도 전달을 억제하여, 열전달 억제 시트(10)의 단열성을 유지할 수 있다. 또한, 나노 입자의 평균 1차 입자 직경은 2nm 이상인 것이 보다 바람직하고, 3nm 이상인 것이 더욱 바람직하다. 한편, 나노 입자의 평균 1차 입자 직경은 50nm 이하인 것이 보다 바람직하고, 10nm 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0088] (무기 수화물 입자)

[0089] 무기입자(21)로서 무기 수화물 입자도 바람직하지만, 무기 수화물 입자는 발열체로부터 열을 받아 열분해 개시 온도 이상이 되면 열분해하고, 자신이 가지는 결정수를 방출하여 발열체 및 그 주위의 온도를 낮추는 소위 「흡열작용」을 나타낸다. 또한, 결정수를 방출한 후에는 다공질체가 되어, 무수한 공기 구멍에 의해 단열 작용을 발현한다.

[0090] 무기 수화물의 구체예로서, 수산화알루미늄( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ), 수산화마그네슘( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), 수산화칼슘( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), 수산화아연( $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ), 수산화철( $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ), 수산화망간( $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ), 수산화지르코늄( $\text{Zr}(\text{OH})_2$ ), 수산화갈륨( $\text{Ga}(\text{OH})_3$ ) 등이 있다.

[0091] 예를 들면, 수산화알루미늄은 약 35%의 결정수를 갖고 있고, 하기 식에 나타내는 바와 같이, 열분해하여 결정수를 방출함으로써 흡열 작용을 발현한다. 그리고, 결정수를 방출한 후에는 다공질체인 알루미늄( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )가 되어, 단열체로서 기능한다.

- [0092]  $2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- [0093] 또한, 후술하는 바와 같이 본 발명의 조건지에서는, 전지셀 사이에 개재된 열전달 억제 시트(10)가 있으나, 열폭주를 일으킨 전지셀에서는, 200℃를 초과하는 온도로 급상승하여, 700℃ 부근까지 온도 상승을 계속한다. 따라서, 무기입자는 열분해 개시 온도가 200℃ 이상인 무기 수화물로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0094] 상기 열거한 무기 수화물의 열분해 개시 온도는 수산화알루미늄은 약 200℃, 수산화마그네슘은 약 330℃, 수산화칼슘은 약 580℃, 수산화아연은 약 200℃, 수산화철은 약 350℃, 수산화망간은 약 300℃, 수산화지르코늄은 약 300℃, 수산화갈륨은 약 300℃이며, 모두 열폭주를 일으킨 전지셀의 급격한 승온 온도 범위와 거의 겹치고, 온도 상승을 효율적으로 억제할 수 있기 때문에, 바람직한 무기 수화물이라고 할 수 있다.
- [0095] 또한, 무기입자(21)로서 무기 수화물 입자를 사용한 경우, 그 평균 입자 직경이 지나치게 크면, 시트 내의 중심 부근에 있는 무기 수화물이, 열분해 온도에 도달할 때까지 어느 정도의 시간이 걸리므로, 열전달 억제 시트(10)의 중심 부근의 무기 수화물 입자가 끝까지 열분해되지 않을 수 있다. 이 때문에, 무기 수화물 입자의 평균 2차 입자 직경은 0.01 $\mu\text{m}$  이상 200 $\mu\text{m}$  이하인 것이 바람직하고, 0.05 $\mu\text{m}$  이상 100 $\mu\text{m}$  이하인 것이 보다 바람직하다.
- [0096] (무기입자, 제1 무기섬유 및 제2 무기섬유의 각 함유량)
- [0097] 무기입자(21)의 함유량은, 열전달 억제 시트(10)의 전체 중량에 대하여, 30중량% 이상 80중량% 이하인 것이 바람직하다. 무기입자(21)의 함유량은, 보다 바람직하게는 40중량% 이상 70중량% 이하이고, 50중량% 이상 60중량% 이하이다.
- [0098] 또한, 제1 무기섬유(23)와 제2 무기섬유(24)의 합계 함유량은, 열전달 억제 시트(10)의 전체 중량에 대하여, 5중량% 이상 30중량% 이하인 것이 바람직하다. 제1 무기섬유(23)와 제2 무기섬유(24)의 합계 함유량은, 보다 바람직하게는, 10중량% 이상 25중량% 이하이고, 15중량% 이상 20중량% 이하이다.
- [0099] 이러한 함유량으로 인해, 무기입자(21)에 의한 흡열·단열 효과, 제1 무기섬유(23)에 의한 형상유지성이나 가압력 내성, 향풍압성, 제2 무기섬유(24)에 의한 열전도 경로 작용이나 무기입자(21)의 유지 능력이 균형있게 발현된다.
- [0100] (기타 배합 재료)
- [0101] 열전달 억제 시트(10)에는, 필요에 따라, 종래부터 열전달 억제 시트(10)에 배합되어 있는 기타 배합 재료를 배합할 수도 있다. 예를 들면, 유기 섬유나 유기 바인더 등을 배합할 수 있다. 이들은 모두 열전달 억제 시트(10)의 보강이나 성형성의 향상을 목적으로 하는 데에 유용하고, 열전달 억제 시트(10)의 전체 중량에 대하여 합계량으로 10중량% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0102] (열전달 억제 시트의 두께)
- [0103] 본 실시형태에 있어서, 열전달 억제 시트(10)의 두께는 특별히 한정되지 않지만, 0.05 내지 6mm의 범위에 있는 것이 바람직하다. 열전달 억제 시트(10)의 두께가 0.05mm 이상이면 충분한 기계적 강도를 열전달 억제 시트(10)에 부여할 수 있다. 한편, 열전달 억제 시트(10)의 두께가 6mm 이하이면 양호한 조립성을 얻을 수 있다.
- [0104] (열전달 억제 시트의 단열 성능)
- [0105] 단열 성능을 나타내는 지표로서 열전도율을 들 수 있지만, 본 실시형태에서는 열전도율은 1(W/m·K) 미만인 것이 바람직하고, 0.5(W/m·K) 미만인 것이 보다 바람직하며, 0.2(W/m·K) 미만인 것이 보다 바람직하다. 또한, 열전도율은 0.1(W/m·K) 미만인 것이 보다 바람직하고, 0.05(W/m·K) 미만인 것이 보다 바람직하며, 0.02(W/m·K) 미만인 것이 특히 바람직하다. 또한, 열전도율은, JIS R 2251에 기재된 「내화물의 열전도율 시험방법」에 따라 측정할 수 있다.
- [0106] **[2. 열전달 억제 시트의 제조 방법]**
- [0107] 우선, 무기입자(21), 제1 무기섬유(23) 및 기타 배합 재료를 소정의 비율로 물에 첨가하고, 혼련기로 혼련함으로써 페이스트를 제조한다. 그 후, 얻어진 페이스트를 압출 성형기를 사용하여 슬릿 형상의 노즐로부터 압출하여 제1 부재를 얻는다. 이 제1 부재는 시트 형상의 습윤물이며, 제1 무기섬유(23)가 일방향으로 배향되어, 섬유 사이에 무기입자(21)가 유지되어있다.
- [0108] 또한, 무기입자(21), 제2 무기섬유(24) 및 기타 배합 재료를 소정의 비율로 건식 혼합하고, 프레스 성형함으로써 제2 부재를 얻는다. 이 제2 부재는 시트 형상이며, 제2 무기섬유(24)가 무작위로 존재하고, 섬유 사이에 무

기입자(21)가 유지되어 있다.

[0109] 그리고, 제1 부재와 제2 부재를 복수, 교대로 적층하여 전체를 프레스 성형하고, 건조함으로써 열전달 억제 시트(10)가 얻어진다. 프레스 성형시에, 제2 부재 중에 무작위로 존재하고 있는 제2 무기섬유(24)가, 습윤 상태에 있는 제1 부재에 들어가서, 제1 무기섬유(23)와 서로 얽히게 된다. 그리고, 건조함으로써, 이러한 상태가 유지되어 열전달 억제 시트(10)가 된다.

[0110] **[3. 조건지]**

[0111] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 조건지(100)는 복수의 전지셀(20a, 20b, 20c)이 나란히 설치되고, 직렬 또는 병렬로 연결되어 전지 케이스(30)에 수납되며, 전지셀(20a, 20b, 20c) 사이에 상기 열전달 억제 시트(10)가 개재되어 있다.

[0112] 이러한 조건지(100)에서는, 각 전지셀(20a, 20b, 20c) 사이에, 열전달 억제 시트(10)가 개재되어 있기 때문에, 통상의 사용시에 있어서, 각 전지셀(20a, 20b, 20c) 사이의 열의 전파를 억제할 수 있다.

[0113] 한편, 전지셀(20a, 20b, 20c) 중 어느 하나가 열폭주를 일으킨 경우에도, 본 실시 형태에 따른 열전달 억제 시트(10)가 존재함으로써, 전지셀(20a, 20b, 20c) 사이의 열의 전파를 억제할 수 있다. 따라서, 열폭주의 연쇄를 저지할 수 있고, 다른 전지셀에 대한 악영향을 최소화할 수 있다.

[0114] 또한, 도시는 생략하지만, 열전달 억제 시트(10)는, 전지셀(20a, 20b, 20c)의 사이에 개재하는 것 외에, 전지 케이스(30)의 안쪽 바닥면에 직접 부설하거나, 전지 케이스(30)의 천정면이나 측벽과 배터리 셀(20a, 20b, 20c) 사이의 공간에 배치될 수 있다. 따라서, 높은 범용성이 얻어지면서, 인접하는 전지셀간에 열이 전파하는 것에 의한 열폭주의 연쇄를 방지하는 효과를 가질 뿐만 아니라, 어느 한 전지셀이 발화했을 경우에, 전지 케이스의 외측에 불꽃이 퍼지는 것을 억제할 수도 있다.

[0115] 또한, 열전달 억제 시트의 구성 성분이나 두께의 선택에 따라서는 용이하게 굴곡될 수 있게 된다. 따라서, 전지셀의 형상에 영향을 받지 않고, 어떠한 형상에도 대응시킬 수 있다. 구체적으로는, 각형 전지 외에, 원통형 전지, 평판형 전지 등에도 적용할 수 있다.

[0116] 예를 들면, 본 실시 형태에 관한 조건지는, 전기 자동차(EV : Electric Vehicle) 등에 사용되어 탑승자의 바닥 아래에 배치되는 경우가 있다. 이 경우, 전지셀이 발화되어도 탑승자의 안전을 확보할 수 있다. 이 경우, 각 전지셀 사이에 개재시키는 열전달 억제 시트를 전지셀과 전지 케이스 사이에도 배치할 수 있기 때문에, 새롭게 방염재 등을 제작할 필요가 없고, 용이하게 저비용으로 안전한 조건지를 구성할 수 있다.

[0117] 이상, 각종 실시 형태를 설명했지만, 본 발명은 이러한 예에 한정되지 않음은 말할 필요도 없다. 통상의 기술자라면, 특허청구범위에 기재된 범주 내에서 각종 변경예 또는 수정예에 생각해 낼 수 있음은 당연하고, 이들에 대해서도 당연히 본 발명의 기술적 범위에 속하는 것으로 이해된다. 또한, 본 발명의 취지를 이탈하지 않는 범위에서, 상기 실시 형태의 각 구성 요소를 임의로 조합할 수도 있다.

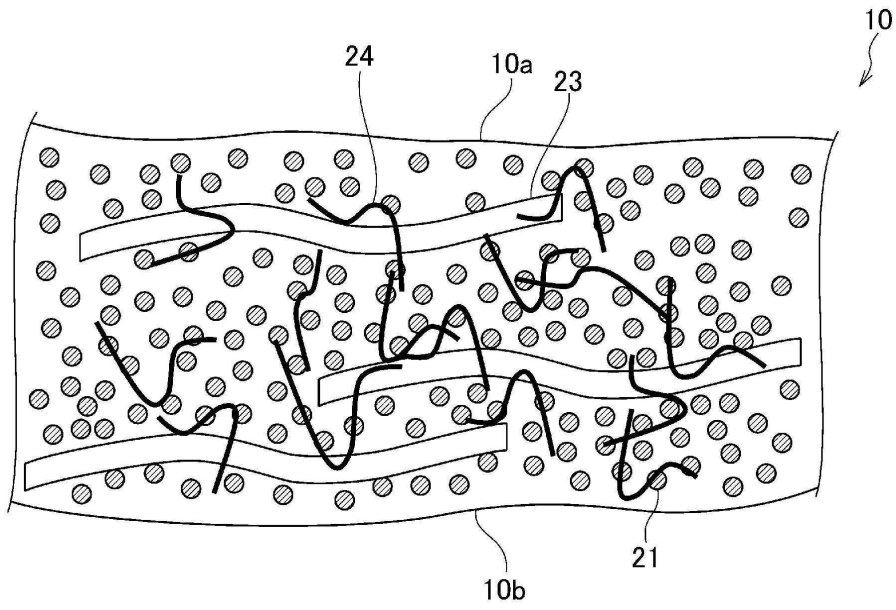
[0118] 또한, 본 출원은, 2021년 12월 23일 출원된 일본 특허 출원(특원 2021-209896)에 기초한 것이며, 그 내용은 본 출원 중에 참조로서 포함된다.

**부호의 설명**

- [0119] 10 : 열전달 억제 시트
- 10a, 10b : 주면(主面)
- 20, 20b, 20c : 전지셀
- 21 : 무기입자
- 23 : 제1 무기섬유
- 24 : 제2 무기섬유
- 30 : 전지 케이스
- 100 : 조건지

도면

도면1



도면2

