



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0104922  
(43) 공개일자 2012년09월24일

- |   |   |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>C03C 27/06 (2006.01) H01J 5/22 (2006.01)<br/>H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/04 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2011-7024549</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2010년06월29일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2011년10월18일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/061075</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2011/001987<br/>국제공개일자 2011년01월06일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>JP-P-2009-154954 2009년06월30일 일본(JP)<br/>JP-P-2010-015143 2010년01월27일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인<br/>아사히 가라스 가부시키키가이샤<br/>일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1초메 5방 1고</p> <p>(72) 발명자<br/>가와나미 쇼헤이<br/>일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠초 1초메 12방 1고<br/>아사히 가라스 가부시키키가이샤 나이<br/>히로이 아츠오<br/>일본 후쿠시마켄 고리야마시 마치이케다이 1-8 고<br/>리야마 세이부 다이니 고교 단치 에이지씨 일렉트<br/>로닉스 가부시키키가이샤 나이</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인코리아나</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **봉착 재료층이 형성된 유리 부재와 그것을 사용한 전자 디바이스 및 그 제조 방법**

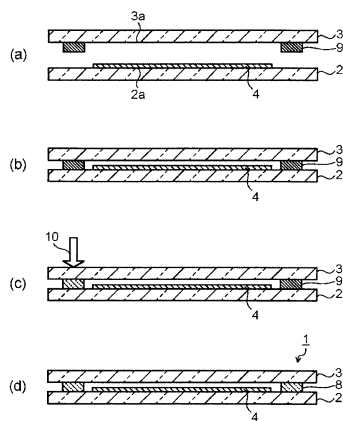
**(57) 요약**

2 장의 유리 기판의 간격을 협소화하는 경우에 있어서도, 유리 기판이나 봉착층의 크랙이나 균열 등의 문제의 발생을 억제함으로써, 유리 기판 간의 봉지성이나 그 신뢰성을 높일 수 있게 한 봉착 재료층이 형성된 유리 부재를 제공한다.

유리 기판 (3) 은 봉지 영역을 구비하는 표면 (3a) 을 갖는다. 유리 기판 (3) 의 봉지 영역 상에는 두께가 15 μm 이하인 봉착 재료층 (9) 이 형성되어 있다. 봉착 재료층 (9) 은, 봉착 유리 와 레이저 흡수재 와 임의로 저팽창 충전재를 함유하고, 레이저 흡수재 와 임의 성분인 저팽창 충전재의 합계 함유량이 2 ? 44 체적% 의 범위인 봉착용 유리 재료를 소성한 재료로 이루어진다. 봉착 재료층 (9) 재료의 열팽창 계수 α<sub>1</sub> 은 유리 기판

(3) 의 열팽창 계수 α<sub>2</sub> 와의 차가 15 ? 65 × 10<sup>-7</sup>/°C 의 범위로 되어 있다.

**대표도** - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

봉지 영역을 구비하는 표면을 갖는 유리 기관과,

상기 유리 기관의 상기 봉지 영역 상에 형성되어 있음과 함께, 두께가 15  $\mu\text{m}$  이하인 봉착 재료층을 구비하는 봉착 재료층이 형성된 유리 부재로서,

상기 봉착 재료층은, 봉착 유리와 레이저 흡수재와 임의로 저팽창 충전재를 함유하고, 상기 레이저 흡수재와 임의 성분인 저팽창 충전재의 합계 함유량이 2 ? 44 체적% 의 범위인 봉착용 유리 재료를 소성한 재료로 이루어지고,

또한, 상기 봉착 재료층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 상기 유리 기관의 열팽창 계수  $\alpha_2$  의 차가  $15 ? 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위인 것을 특징으로 하는 봉착 재료층이 형성된 유리 부재.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 봉착용 유리 재료는, 봉착 유리 와 레이저 흡수재와 저팽창 충전재의 합계량에 대해, 2 ? 10 체적% 의 범위의 상기 레이저 흡수재와 0 ? 40 체적% 의 범위의 상기 저팽창 충전재를 함유하는 것을 특징으로 하는 봉착 재료층이 형성된 유리 부재.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 봉착용 유리 재료는, 10 ? 40 체적% 의 범위의 상기 저팽창 충전재를 함유하는 것을 특징으로 하는 봉착 재료층이 형성된 유리 부재.

### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 봉착용 유리 재료 내에 있어서의 레이저 흡수재와 저팽창 충전재의 합계 표면적이  $0.5 ? 6 \text{ m}^2/\text{cm}^2$  의 범위인 것을 특징으로 하는 봉착 재료층이 형성된 유리 부재.

### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 저팽창 충전재는 실리카, 알루미늄, 지르코니아, 규산지르코늄, 코디어라이트, 인산지르코늄계 화합물, 소다라임 유리 및 붕규산 유리에서 선택되는 적어도 1 종으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 봉착 재료층이 형성된 유리 부재.

### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 레이저 흡수재는 Fe, Cr, Mn, Co, Ni 및 Cu 에서 선택되는 적어도 1 종의 금속 또는 상기 금속을 함유하는 화합물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 봉착 재료층이 형성된 유리 부재.

### 청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유리 기관은 무알칼리 유리 또는 소다라임 유리로 이루어지고, 또한 상기 봉착 유리는 비스무트계 유리 또는 주석-인산계 유리로 이루어지는 것을 특징으로 하는 봉착 재료층이 형성된 유리 부재.

**청구항 8**

제 1 봉지 영역을 구비하는 표면을 갖는 제 1 유리 기판과,  
 상기 제 1 봉지 영역에 대응하는 제 2 봉지 영역을 구비하는 표면을 갖고, 상기 표면이 상기 제 1 유리 기판의 상기 표면과 대향하도록 배치된 제 2 유리 기판과,  
 상기 제 1 유리 기판과 상기 제 2 유리 기판 사이에 형성된 전자 소자부와,  
 상기 전자 소자부를 봉지하도록, 상기 제 1 유리 기판의 상기 제 1 봉지 영역과 상기 제 2 유리 기판의 상기 제 2 봉지 영역 사이에 형성되고, 두께가 15  $\mu\text{m}$  이하인 봉착층을 구비하는 전자 디바이스로서,  
 상기 봉착층은, 봉착 유리와 레이저 흡수재와 임의로 저팽창 충전재를 함유하고, 상기 레이저 흡수재와 임의 성분인 저팽창 충전재의 합계 함유량이 2 ? 44 체적% 의 범위인 봉착용 유리 재료의 용융 고착층으로 이루어지고,  
 또한, 상기 봉착층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 상기 제 1 유리 기판 및 상기 제 2 유리 기판 중 적어도 일방의 열팽창 계수  $\alpha_2$  의 차가  $15 ? 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위인 것을 특징으로 하는 전자 디바이스.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,  
 상기 제 1 유리 기판의 열팽창 계수  $\alpha_{21}$  및 상기 제 2 유리 기판의 열팽창 계수  $\alpha_{22}$  는, 모두 상기 봉착층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과의 차가  $15 ? 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위인 것을 특징으로 하는 전자 디바이스.

**청구항 10**

제 8 항에 있어서,  
 상기 제 1 유리 기판의 열팽창 계수  $\alpha_{21}$  및 상기 제 2 유리 기판의 열팽창 계수  $\alpha_{22}$  중 어느 일방의 열팽창 계수는, 상기 봉착층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과의 차가  $15 ? 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위이고, 또한 타방의 열팽창 계수는, 상기 봉착층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과의 차가  $15 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  미만인 것을 특징으로 하는 전자 디바이스.

**청구항 11**

제 8 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 봉착용 유리 재료 내에 있어서의 레이저 흡수재와 저팽창 충전재의 합계 표면적이  $0.5 ? 6 \text{ m}^2/\text{cm}^2$  의 범위인 것을 특징으로 하는 전자 디바이스.

**청구항 12**

제 1 봉지 영역을 구비하는 표면을 갖는 제 1 유리 기판을 준비하는 공정과,  
 상기 제 1 봉지 영역에 대응하는 제 2 봉지 영역과, 상기 제 2 봉지 영역 상에 형성됨과 함께, 두께가 15  $\mu\text{m}$  이하인 봉착 재료층을 구비하는 표면을 갖는 제 2 유리 기판을 준비하는 공정과,  
 상기 제 1 유리 기판의 상기 표면과 상기 제 2 유리 기판의 상기 표면을 대향시키면서, 상기 봉착 재료층을 개재하여 상기 제 1 유리 기판과 상기 제 2 유리 기판을 적층하는 공정과,  
 상기 제 1 유리 기판 또는 상기 제 2 유리 기판을 통하여 상기 봉착 재료층에 레이저광을 조사하고, 상기 봉착 재료층을 용융시켜 상기 제 1 유리 기판과 상기 제 2 유리 기판 사이에 형성된 전자 소자부를 봉지하는 봉착층을 형성하는 공정을 구비하는 전자 디바이스의 제조 방법으로서,  
 상기 봉착 재료층은, 봉착 유리와 레이저 흡수재와 임의로 저팽창 충전재를 함유하고, 상기 레이저 흡수재와 임의 성분인 저팽창 충전재의 합계 함유량이 2 ? 44 체적% 의 범위인 봉착용 유리 재료를 소성한 재료로 이루어

지고,

또한, 상기 봉착 재료층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 상기 제 1 유리 기판 및 상기 제 2 유리 기판 중 적어도 일방의 열팽창 계수  $\alpha_2$  의 차가  $15 \sim 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위인 것을 특징으로 하는 전자 디바이스의 제조 방법.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 유리 기판의 열팽창 계수  $\alpha_{21}$  및 상기 제 2 유리 기판의 열팽창 계수  $\alpha_{22}$  는, 모두 상기 봉착 재료층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과의 차가  $15 \sim 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위인 것을 특징으로 하는 전자 디바이스의 제조 방법.

**청구항 14**

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 유리 기판의 열팽창 계수  $\alpha_{21}$  및 상기 제 2 유리 기판의 열팽창 계수  $\alpha_{22}$  중 어느 일방의 열팽창 계수는, 상기 봉착 재료층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과의 차가  $15 \sim 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위이고, 또한 타방의 열팽창 계수는, 상기 봉착 재료층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과의 차가  $15 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  미만인 것을 특징으로 하는 전자 디바이스의 제조 방법.

**청구항 15**

제 12 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 봉착용 유리 재료 내에 있어서의 레이저 흡수재와 저팽창 충전재의 합계 표면적이  $0.5 \sim 6 \text{ m}^2/\text{cm}^2$  의 범위인 것을 특징으로 하는 전자 디바이스의 제조 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 봉착 재료층이 형성된 유리 부재와 그것을 사용한 전자 디바이스 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 유기 EL 디스플레이 (Organic Electro-Luminescence Display : OLED), 플라즈마 디스플레이 패널 (PDP), 액정 표시 장치 (LCD) 등의 평판형 디스플레이 장치 (FPD) 에서는, 발광 소자 등의 표시 소자를 형성한 소자용 유리 기판과 봉지용 유리 기판을 대향 배치하고, 이들 2 장의 유리 기판을 봉착시킨 유리 패키지에 의해 표시 소자를 봉지한 구조가 적용되고 있다 (특허문헌 1 참조). 색소 증감형 태양 전지와 같은 태양 전지에 있어서도, 2 장의 유리 기판에 의해 태양 전지 소자 (광전 변환 소자) 를 봉지한 유리 패키지를 적용하는 것이 검토되고 있다 (특허문헌 2 참조).

[0003] 2 장의 유리 기판 사이를 봉지하는 봉착 재료에는, 내습성 등이 우수한 봉착 유리의 적용이 진행되고 있다. 봉착 유리에 의한 봉착 온도는  $400 \sim 600 \text{ }^\circ\text{C}$  정도이기 때문에, 가열로를 사용하여 소성한 경우에는 OEL 소자나 색소 증감형 태양 전지 소자의 전자 소자부의 특성이 열화되어 버린다. 그래서, 2 장의 유리 기판의 주변부에 형성된 봉지 영역 사이에 레이저 흡수재를 함유하는 봉착 재료층 (봉착용 유리 재료층) 을 배치하고, 이것에 레이저광을 조사하여 가열, 용융시켜 봉착층을 형성하는 것이 시도되고 있다 (특허문헌 1, 2 참조).

[0004] 레이저 조사에 의한 봉착 (레이저 봉착) 은 전자 소자부에 대한 열적 영향을 억제할 수 있는 반면, 유리 기판이나 봉착층에 크랙이나 균열 등이 발생하기 쉽다는 단점이 있다. 그 원인의 하나로서, 유리 기판과 봉착 유리의 열팽창 계수의 차를 들 수 있다. 이와 같은 점에 대해, 특허문헌 2 에는 유리 기판과의 열팽창 계수의 차이가  $10 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  이하인 봉지 재료가 기재되어 있다. 봉착 유리는 일반적으로 유리 기판보다 열팽창 계수

가 크기 때문에, 봉착 유리에 레이저 흡수재와 함께 실리카, 알루미늄, 지르코니아, 코디어라이트 등의 저팽창 충전재를 첨가하여 봉착 재료를 저팽창화하고 있다.

- [0005] 그런데, FPD 나 태양 전지 등을 구성하는 유리 패키지는 박형화되는 경향이 있고, 이 때문에 유리 기관의 간격(갭)을 예를 들어 15  $\mu\text{m}$  이하와 같이 좁게 할 것이 요구되고 있다. 봉착 재료에는 상기 서술한 바와 같이 저팽창 충전재 등이 배합되어 있고, 기관 간격의 협소화에 수반하여 충전재 입자를 미립자화할 필요가 생긴다. 충전재 입자의 미립자화는 비표면적의 증대를 초래하여, 레이저광에 의해 가열하여 용융시킨 봉착 유리와 충전재 입자 사이의 전단 응력이 증가하여 유동이 발생하기 어려워진다. 이 때문에, 레이저광에 의한 가공 온도(가열 온도)를 높게 할 필요가 있지만, 가공 온도를 높게 하면 유리 기관이나 봉착층에 크랙이나 균열 등이 발생하기 쉬워진다는 문제를 초래하고 만다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0006] (특허문헌 0001) 일본 공표특허공보 제2006-524419호  
(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 제2008-115057호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0007] 본 발명의 목적은, 2 장의 유리 기관의 간격을 협소화하는 경우에 있어서도, 유리 기관이나 봉착층의 크랙이나 균열 등의 문제의 발생을 억제함으로써, 유리 기관 간의 봉지성이나 그 신뢰성을 높일 수 있게 한 봉착 재료층이 형성된 유리 부재, 또한 그러한 봉착 재료층이 형성된 유리 부재를 사용함으로써, 기밀성이나 그 신뢰성을 높인 전자 디바이스와 그 제조 방법을 제공하는 것에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0008] 본 발명의 양태에 관련된 봉착 재료층이 형성된 유리 부재는, 봉지 영역을 구비하는 표면을 갖는 유리 기관과, 상기 유리 기관의 상기 봉지 영역 상에 형성되어 있음과 함께, 두께가 15  $\mu\text{m}$  이하인 봉착 재료층을 구비하는 봉착 재료층이 형성된 유리 부재로서, 상기 봉착 재료층은, 봉착 유리와 레이저 흡수재와 임의로 저팽창 충전재를 함유하고, 상기 레이저 흡수재와 임의 성분인 저팽창 충전재의 합계 함유량이 2 ? 44 체적%의 범위인 봉착용 유리 재료를 소성한 재료로 이루어지고, 또한, 상기 봉착 재료층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 상기 유리 기관의 열팽창 계수  $\alpha_2$  의 차가 15 ? 65 ( $\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ )의 범위인 것을 특징으로 하고 있다.

- [0009] 본 발명의 양태에 관련된 전자 디바이스는, 제 1 봉지 영역을 구비하는 표면을 갖는 제 1 유리 기관과, 상기 제 1 봉지 영역에 대응하는 제 2 봉지 영역을 구비하는 표면을 갖고, 상기 표면이 상기 제 1 유리 기관의 상기 표면과 대향하도록 배치된 제 2 유리 기관과, 상기 제 1 유리 기관과 상기 제 2 유리 기관 사이에 형성된 전자 소자부와, 상기 전자 소자부를 봉지하도록, 상기 제 1 유리 기관의 상기 제 1 봉지 영역과 상기 제 2 유리 기관의 상기 제 2 봉지 영역 사이에 형성되고, 두께가 15  $\mu\text{m}$  이하인 봉착층을 구비하는 전자 디바이스로서, 상기 봉착층은, 봉착 유리와 레이저 흡수재와 임의로 저팽창 충전재를 함유하고, 상기 레이저 흡수재와 임의 성분인 저팽창 충전재의 합계 함유량이 2 ? 44 체적%의 범위인 봉착용 유리 재료의 용융 고착층으로 이루어지고, 또한, 상기 봉착층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 상기 제 1 유리 기관 및 상기 제 2 유리 기관 중 적어도 일방의 열팽창 계수  $\alpha_2$  의 차가 15 ? 65 ( $\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ )의 범위인 것을 특징으로 하고 있다.

- [0010] 본 발명의 양태에 관련된 전자 디바이스의 제조 방법은, 제 1 봉지 영역을 구비하는 표면을 갖는 제 1 유리 기관을 준비하는 공정과, 상기 제 1 봉지 영역에 대응하는 제 2 봉지 영역과, 상기 제 2 봉지 영역 상에 형성됨과 함께, 두께가 15  $\mu\text{m}$  이하인 봉착 재료층을 구비하는 표면을 갖는 제 2 유리 기관을 준비하는 공정과, 상기 제 1 유리 기관의 상기 표면과 상기 제 2 유리 기관의 상기 표면을 대향시키면서, 상기 봉착 재료층을 개재하여 상기 제 1 유리 기관과 상기 제 2 유리 기관을 적층하는 공정과, 상기 제 1 유리 기관 또는 상기 제 2 유리 기관을 통하여 상기 봉착 재료층에 레이저광을 조사하고, 상기 봉착 재료층을 용융시켜 상기 제 1 유리 기관과 상기 제

2 유리 기판 사이에 형성된 전자 소자부를 봉지하는 봉착층을 형성하는 공정을 구비하는 전자 디바이스의 제조 방법으로서, 상기 봉착 재료층은, 봉착 유리와 레이저 흡수재와 임의로 저팽창 충전재를 함유하고, 상기 레이저 흡수재와 임의 성분인 저팽창 충전재의 합계 함유량이 2 ? 44 체적% 의 범위인 봉착용 유리 재료를 소성한 재료로 이루어지고, 또한, 상기 봉착 재료층 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 상기 제 1 유리 기판 및 상기 제 2 유리 기판 중 적어도 일방의 열팽창 계수  $\alpha_2$  의 차가  $15 ? 65 (\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$  의 범위인 것을 특징으로 하고 있다.

**발명의 효과**

[0011] 본 발명의 양태에 관련된 봉착 재료층이 형성된 유리 부재와 그것을 사용한 전자 디바이스 및 그 제조 방법에 의하면, 2 장의 유리 기판의 간격을 협소화하는 경우에 있어서도, 레이저 봉착시에 발생하는 유리 기판이나 봉착층의 크랙이나 균열 등을 억제할 수 있다. 따라서, 유리 기판 간의 봉지성이나 그 신뢰성을 높일 수 있고, 나아가서는 기밀성이나 그 신뢰성을 높인 전자 디바이스를 양호한 재현성으로 제공할 수 있게 된다

**도면의 간단한 설명**

[0012] 도 1 은 본 발명의 실시형태에 의한 전자 디바이스의 구성을 나타내는 단면도이다.  
 도 2 는 본 발명의 실시형태에 의한 전자 디바이스의 제조 공정을 나타내는 단면도이다.  
 도 3 은 도 2 에 나타내는 전자 디바이스의 제조 공정에서 사용하는 제 1 유리 기판을 나타내는 평면도이다.  
 도 4 는 도 3 의 A-A 선을 따른 단면도이다.  
 도 5 는 도 2 에 나타내는 전자 디바이스의 제조 공정에서 사용하는 제 2 유리 기판을 나타내는 평면도이다.  
 도 6 은 도 5 의 A-A 선을 따른 단면도이다.  
 도 7 은 두께가 15  $\mu\text{m}$  이하인 봉착 재료층을 사용하여 레이저 봉착한 유리 기판의 변형량과 레이저 가공 온도 (가열 온도) 의 관계의 일례를 나타내는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0013] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 형태에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다. 도 1 은 본 발명의 실시형태에 의한 전자 디바이스의 구성을 나타내는 도면, 도 2 는 본 발명의 실시형태에 의한 전자 디바이스의 제조 공정을 나타내는 도면, 도 3 및 도 4 는 그것에 사용하는 제 1 유리 기판의 구성을 나타내는 도면, 도 5 및 도 6 은 그것에 사용하는 제 2 유리 기판의 구성을 나타내는 도면이다.

[0014] 도 1 에 나타내는 전자 디바이스 (1) 는, OELD, PDP, LCD 등의 FPD, OEL 소자 등의 발광 소자를 사용한 조명 장치 (OEL 조명 등), 혹은 색소 증감형 태양 전지와 같은 태양 전지 등을 구성하는 것이다. 전자 디바이스 (1) 는 제 1 유리 기판 (2) 과 제 2 유리 기판 (3) 을 구비하고 있다. 제 1 및 제 2 유리 기판 (2, 3) 은, 예를 들어 각종 공지된 조성을 갖는 무알칼리 유리나 소다라임 유리 등으로 구성된다. 무알칼리 유리는 35 ? 40 ( $\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) 정도의 열팽창 계수를 갖고 있다. 소다라임 유리는 80 ? 90 ( $\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) 정도의 열팽창 계수를 갖고 있다.

[0015] 제 1 유리 기판 (2) 의 표면 (2a) 과 그것과 대향하는 제 2 유리 기판 (3) 의 표면 (3a) 사이에는, 전자 디바이스 (1) 에 따른 전자 소자부 (4) 가 형성되어 있다. 전자 소자부 (4) 는, 예를 들어 OELD 나 OEL 조명이면 OEL 소자, PDP 이면 플라즈마 발광 소자, LCD 이면 액정 표시 소자, 태양 전지이면 색소 증감형 태양 전지 소자 (색소 증감형 광전 변환부 소자) 를 구비하고 있다. OEL 소자와 같은 발광 소자나 색소 증감형 태양 전지 소자 등을 구비하는 전자 소자부 (4) 는 각종 공지된 구조를 갖고 있다. 이 실시형태의 전자 디바이스 (1) 는 전자 소자부 (4) 의 소자 구조에 한정되는 것은 아니다.

[0016] 도 1 에 나타내는 전자 디바이스 (1) 에 있어서, 제 1 유리 기판 (2) 은 소자용 유리 기판을 구성하고 있으며, 그 표면에 OEL 소자나 PDP 소자 등의 소자 구조체가 전자 소자부 (4) 로서 형성되어 있다. 제 2 유리 기판 (3) 은 제 1 유리 기판 (2) 의 표면에 형성된 전자 소자부 (4) 의 봉지용 유리 기판을 구성하는 것이다. 단, 전자 디바이스 (1) 의 구성은 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 전자 소자부 (4) 가 색소 증감

형 태양 전지 소자 중인 경우에는, 제 1 및 제 2 유리 기관 (2, 3) 의 각 표면 (2a, 3a) 에 소자 구조를 형성하는 배선막이나 전극막 등의 소자막이 형성된다. 전자 소자부 (4) 를 구성하는 소자막이나 이것들에 기초하는 소자 구조체는, 제 1 및 제 2 유리 기관 (2, 3) 의 표면 (2a, 3a) 중 적어도 일방에 형성된다.

[0017] 전자 디바이스 (1) 의 제작에 사용되는 제 1 유리 기관 (2) 의 표면 (2a) 에는, 도 3 및 도 4 에 나타내는 바와 같이, 전자 소자부 (4) 가 형성되는 소자 영역 (5) 의 외주를 따라 제 1 봉지 영역 (6) 이 형성되어 있다. 제 1 봉지 영역 (6) 은 소자 영역 (5) 을 둘러싸도록 형성되어 있다. 제 2 유리 기관 (3) 의 표면 (3a) 에는, 도 5 및 도 6 에 나타내는 바와 같이, 제 1 봉지 영역 (6) 에 대응하는 제 2 봉지 영역 (7) 이 형성되어 있다. 제 1 및 제 2 봉지 영역 (6, 7) 은, 봉착층의 형성 영역 (제 2 봉지 영역 (7) 에 대해서는 봉착 재료층의 형성 영역) 이 된다. 또한, 제 2 유리 기관 (3) 의 표면 (3a) 에도 필요에 따라 소자 영역이 형성된다.

[0018] 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 은, 소자 영역 (5) 이나 제 1 봉지 영역 (6) 을 갖는 표면 (2a) 과 제 2 봉지 영역 (7) 을 갖는 표면 (3a) 이 대향하도록 소정의 간극을 가지고 배치되어 있다. 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 사이의 간극은 봉착층 (8) 에 의해 봉지되어 있다. 즉, 봉착층 (8) 은 전자 소자부 (4) 를 봉지하도록, 제 1 유리 기관 (2) 의 봉지 영역 (6) 과 제 2 유리 기관 (3) 의 봉지 영역 (7) 사이에 형성되어 있다. 전자 소자부 (4) 는 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 과 봉착층 (8) 으로 구성된 유리 패널에 의해 기밀 봉지되어 있다. 봉착층 (8) 은 15  $\mu\text{m}$  이하의 두께 (T) 를 갖는다.

[0019] 전자 소자부 (4) 로서 OEL 소자 등을 적용하는 경우, 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 사이에는 일부 공간이 잔존한다. 그와 같은 공간은 그대로의 상태여도 되고, 또 투명한 수지 등이 충전되어 있어도 된다. 투명 수지는 유리 기관 (2, 3) 에 접촉되어 있어도 되고, 단순히 유리 기관 (2, 3) 과 접촉하고 있기만 해도 된다. 또, 전자 소자부 (4) 로서 색소 증감형 태양 전지 소자 등을 적용한 경우에는, 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 사이의 간극 전체에 전자 소자부 (4) 가 배치된다.

[0020] 봉착층 (8) 은 제 2 유리 기관 (3) 의 봉지 영역 (7) 에 형성된 봉착 재료층 (9) 을 레이저광에 의해 용융시켜 제 1 유리 기관 (2) 의 봉지 영역 (6) 에 고착시킨 용융 고착층으로 이루어지는 것이다. 즉, 전자 디바이스 (1) 의 제작에 사용되는 제 2 유리 기관 (3) 의 봉지 영역 (7) 에는, 도 5 및 도 6 에 나타내는 바와 같이 프레임 형상의 봉착 재료층 (9) 이 형성되어 있다. 제 2 유리 기관 (3) 의 봉지 영역 (7) 에 형성된 봉착 재료층 (9) 을, 레이저광의 열에 의해 제 1 유리 기관 (2) 의 봉지 영역 (6) 에 용융 고착시킴으로써, 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 사이의 공간 (소자 배치 공간) 을 봉지하는 봉착층 (8) 이 형성된다.

[0021] 봉착 재료층 (9) 은, 유리 기관 (3) 의 봉지 영역 (7) 에 형성된 봉착용 유리 재료의 층을 소성하여 형성한 층이다. 봉착용 유리 재료는, 봉착 유리와 레이저 흡수재와 임의로 저팽창 충전재를 함유하고, 추가로 이들 이외의 첨가재를 필요에 따라 함유하고 있어도 된다. 레이저 흡수재와 저팽창 충전재를 총칭하여 이하에서 충전재라고 한다. 봉착용 유리 재료는, 봉착 유리와 충전재를 함유하고, 추가로 다른 첨가재를 필요에 따라 함유하고 있어도 된다. 다른 첨가재로는, 레이저 흡수재와 저팽창 충전재 이외의 충전재 등이 있다. 단, 후술하는 바와 같이, 다른 첨가재로는, 소성시에 소실되는 성분을 제외한다. 후술하는 팽창 계수의 조정을 위해, 봉착용 유리 재료는, 충전재로서 레이저 흡수재 이외에 저팽창 충전재를 함유하는 것이 바람직하다.

[0022] 봉착 유리 (유리 플릿) 에는, 예를 들어 주석-인산계 유리, 비스무트계 유리, 바나듐계 유리, 납계 유리 등의 저융점 유리가 사용된다. 이들 중, 유리 기관 (2, 3) 에 대한 봉착성 (접착성) 이나 그 신뢰성 (접착 신뢰성이나 밀폐성), 나아가서는 환경이나 인체에 대한 영향성 등을 고려하여, 주석-인산계 유리나 비스무트계 유리 로 이루어지는 봉착 유리를 사용하는 것이 바람직하다.

[0023] 주석-인산계 유리 (유리 플릿) 는, 20 ? 68 몰% 의 SnO, 0.5 ? 5 몰% 의 SnO<sub>2</sub>, 및 20 ? 40 몰% 의 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (기본적으로는 합계량을 100 몰% 로 함) 의 조성을 갖는 것이 바람직하다. SnO 는 유리를 저융점화시키기 위한 성분이다. SnO 의 함유량이 20 몰% 미만이면 유리의 점성이 높아져 봉착 온도가 지나치게 높아지고, 68 몰% 를 초과하면 유리화되지 않게 된다.

[0024] SnO<sub>2</sub> 는 유리를 안정화시키기 위한 성분이다. SnO<sub>2</sub> 의 함유량이 0.5 몰% 미만이면 봉착 작업시에 연화 용융된 유리 중에 SnO<sub>2</sub> 가 분리, 석출되고, 유동성이 저해되어 봉착 작업성이 저하된다. SnO<sub>2</sub> 의 함유량이 5 몰% 를 초과하면 저융점 유리의 용융 중으로부터 SnO<sub>2</sub> 가 석출되기 쉬워진다. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 는 유리 골격을 형성하기

위한 성분이다.  $P_2O_5$ 의 함유량이 20 몰% 미만이면 유리화되지 않고, 그 함유량이 40 몰%를 초과하면 인산염 유리 특유의 결점인 내후성의 악화를 일으킬 우려가 있다.

[0025] 여기서, 유리 플릿 중의 SnO 및 SnO<sub>2</sub>의 비율(몰%)은, 이하와 같이 하여 구할 수 있다. 먼저, 유리 플릿(저융점 유리 분말)을 산 분해한 후, ICP 발광 분광 분석에 의해 유리 플릿 중에 함유되어 있는 Sn 원자의 총량을 측정한다. 다음으로, Sn<sup>2+</sup>(SnO)는 산 분해한 것을 요오드 적정법에 의해 구해지기 때문에, 거기에서 구해진 Sn<sup>2+</sup>의 양을 Sn 원자의 총량에서 차감하여 Sn<sup>4+</sup>(SnO<sub>2</sub>)를 구한다.

[0026] 상기한 3 성분으로 형성되는 유리는 유리 전이점이 낮아, 저온용 봉착 재료에 적합한 것이지만, SiO<sub>2</sub> 등의 유리의 골격을 형성하는 성분이나 ZnO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub>, MoO<sub>3</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Li<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Cs<sub>2</sub>O, MgO, CaO, SrO, BaO 등의 유리를 안정화시키는 성분 등을 임의 성분으로서 함유하고 있어도 된다. 단, 임의 성분의 함유량이 지나치게 많으면 유리가 불안정해져 실투가 발생하거나, 또 유리 전이점이나 연화점이 상승하거나 할 우려가 있기 때문에, 임의 성분의 합계 함유량은 30 몰% 이하로 하는 것이 바람직하다. 이 경우의 유리 조성은 기본 성분과 임의 성분의 합계량이 기본적으로는 100 몰%가 되도록 조정된다.

[0027] 비스무트계 유리(가스 플릿)는 70 ? 90 질량%의 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1 ? 20 질량%의 ZnO, 및 2 ? 12 질량%의 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(기본적으로는 합계량을 100 질량%로 함)의 조성을 갖는 것이 바람직하다. Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 유리의 그물코를 형성하는 성분이다. Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 함유량이 70 질량% 미만이면 저융점 유리의 연화점이 높아져, 저온에서의 봉착이 곤란해진다. Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 함유량이 90 질량%를 초과하면 유리화하기 어려워짐과 함께, 열팽창 계수가 지나치게 높아지는 경향이 있다.

[0028] ZnO는 열팽창 계수 등을 낮추는 성분이다. ZnO의 함유량이 1 질량% 미만이면 유리화가 곤란해진다. ZnO의 함유량이 20 질량%를 초과하면 저융점 유리 성형시의 안정성이 저하되어, 실투가 발생하기 쉬워진다. B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 유리의 골격을 형성하여 유리화가 가능해지는 범위를 넓히는 성분이다. B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 함유량이 2 질량% 미만이면 유리화가 곤란해지고, 12 질량%를 초과하면 연화점이 지나치게 높아져, 봉착시에 하중을 가했다고 하더라도 저온에서 봉착시키기 곤란해진다.

[0029] 상기한 3 성분으로 형성되는 유리는 유리 전이점이 낮아, 저온용 봉착 재료에 적합한 것이지만, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, Ag<sub>2</sub>O, MoO<sub>3</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Li<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Cs<sub>2</sub>O, CaO, SrO, BaO, WO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SnO<sub>x</sub>(x는 1 또는 2이다) 등의 임의 성분을 함유하고 있어도 된다. 단, 임의 성분의 함유량이 지나치게 많으면 유리가 불안정해져 실투가 발생하거나, 또 유리 전이점이나 연화점이 상승하거나 할 우려가 있기 때문에, 임의 성분의 합계 함유량은 30 질량% 이하로 하는 것이 바람직하다. 이 경우의 유리 조성은, 기본 성분과 임의 성분의 합계량이 기본적으로는 100 질량%가 되도록 조정된다.

[0030] 봉착용 유리 재료는 충전재로서 레이저 흡수재와 저팽창 충전재를 함유하고 있다. 단, 레이저 흡수재만으로 충전재로서의 기능을 얻을 수도 있기 때문에 저팽창 충전재는 임의 성분이며, 저팽창 충전재는 반드시 함유되어 있어야 하는 것은 아니다. 레이저 흡수재는, 봉착용 유리 재료의 층을 소성하여 이루어지는 봉착 재료층(9)을 레이저광으로 가열하여 용융시키기 위해 필수인 성분이다. 이와 같이, 봉착용 유리 재료는, 봉착 유리 이외에, 필수 성분으로서 레이저 흡수재를 함유하거나, 레이저 흡수재와 저팽창 충전재를 함유하고 있다.

[0031] 레이저 흡수재로는, Fe, Cr, Mn, Co, Ni 및 Cu에서 선택되는 적어도 1종의 금속 또는 상기 금속을 함유하는 산화물 등의 화합물이 사용된다. 또, 이들 이외의 안료여도 된다. 저팽창 충전재로는, 실리카, 알루미늄나, 지르코니아, 규산지르코늄, 코디어라이트, 인산지르코늄계 화합물, 소다라임 유리 및 붕규산 유리에서 선택되는 적어도 1종을 사용하는 것이 바람직하다. 인산지르코늄계 화합물로는, (ZrO)<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, NaZr<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, KZr<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, Ca<sub>0.5</sub>Zr<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, NbZr(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, Zr<sub>2</sub>(WO<sub>3</sub>)(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 이들의 복합 화합물을 들 수 있다. 저팽창 충전재란 봉착 유리보다 낮은 열팽창 계수를 갖는 충전재이다.

[0032] 봉착용 유리 재료는 레이저 흡수재와 저팽창 충전재 이외에 다른 충전재(예를 들어, 봉착 유리의 열팽창률과 동등 이상의 열팽창 계수를 갖는 충전재)를 함유하고 있어도 된다. 단, 통상은 다른 충전재의 사용은 필요로 하지 않는다. 이하, 특별히 언급하지 않는 한, 충전재란 레이저 흡수재와 저팽창 충전재를 의미하고, 충



전재의 양적 비율 등은 레이저 흡수재와 저팽창 충전재의 합계량의 비율을 말한다.

[0033] 봉착 재료층 (9) 의 두께 (T) 는, 봉착 후의 기관 간격 (제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 사이의 간격) 을 협소화하기 위해 15 μm 이하, 나아가서는 10 μm 이하로 되어 있다. 전자 디바이스 (1) 의 구조에 따라서도 다르지만, 봉착 재료층 (9) 의 두께 (T) 는, 실용적으로는 1 μm 이상으로 하는 것이 바람직하다. 이와 같은 두께의 봉착 재료층 (9) 을 형성하는 데에 있어서, 충전재로서의 레이저 흡수재나 저팽창 충전재에는 미립자화할 것이 요구된다. 구체적으로는, 충전재 입자의 최대 입경을 적어도 봉착 재료층 (9) 의 두께 (T) 미만으로 할 필요가 있다. 종래의 충전재에 있어서는 최대 입경의 미세화에 수반하여, 충전재 입자 전체가 미립자화되는 경향이 있다. 또, 종래의 봉착용 유리 재료는 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창 계수의 차를 저감시키기 위해, 비교적 다량의 저팽창 충전재를 함유하고 있다.

[0034] 이와 같은 미립자 상태의 저팽창 충전재를 비교적 다량으로 함유하는 봉착용 유리 재료에 있어서는, 전술한 바와 같이 저팽창 충전재의 미립자화가 표면적의 증대를 초래하기 때문에, 그것에 기초하여 봉착용 유리 재료의 유동성이 저하된다. 유동성이 낮은 봉착용 유리 재료를 레이저광에 의해 용융시키기 위해서는, 예를 들어 레이저광의 출력을 높여 가공 온도 (가열 온도) 를 높게 할 필요가 있다. 단, 레이저광에 의한 가공 온도를 높게 한 경우에는, 유리 기관 (2, 3) 이나 봉착층 (8) 에 크랙이나 균열 등이 발생하기 쉬워진다.

[0035] 그래서, 이 실시형태에서는 봉착용 유리 재료에 첨가하는 저팽창 충전재의 양을 저감시키고 있다. 구체적으로는, 봉착용 유리 재료에 있어서의 저팽창 충전재와 레이저 흡수재의 합계 함유량을 2 ? 44 체적% 의 범위로 하고 있다. 봉착용 유리 재료 중의 저팽창 충전재의 함유량을 저감시킨 경우, 당연히 소성한 봉착용 유리 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창 계수  $\alpha_2$  의 차가 커진다. 이 소성한 봉착용 유리 재료로 이루어지는 봉착 재료층과 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창차가 유리 기관 (2, 3) 이나 봉착층 (8) 의 크랙이나 균열 등의 주요인인 것으로 생각되었기 때문에, 종래의 봉착용 유리 재료는 상기 서술한 바와 같이 비교적 다량의 저팽창 충전재를 함유하고 있다.

[0036] 이하, 봉착 재료층 (9) 을 구성하는 재료인 소성한 봉착용 유리 재료를 봉착 재료라고도 한다. 당해 봉착 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  을 봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1$  이라고 하는 경우도 있다.

[0037] 또, 봉착층 (8) 은, 봉착용 유리 재료나 봉착 재료층 (9) 의 재료 (소성한 봉착용 유리 재료) 가 용융 고착된 재료로 이루어지는 층으로서, 통상은 봉착 재료층 (9) 을 용융시키고 냉각시켜 형성된 층이다. 봉착 재료층 (9) 의 재료 (봉착 재료) 를 봉착시키기 위해 일단 용융시키고 냉각시키는 공정을 거쳐도, 봉착층 (8) 의 재료와 봉착 재료층 (9) 의 재료는, 재료로서의 변화는 실질적으로 없는 것으로 생각된다. 따라서, 봉착층 (8) 재료의 열팽창 계수는, 전술한 봉착 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 동일하다.

[0038] 레이저 봉착 공정에 있어서의 유리 기관 (2, 3) 이나 봉착층 (8) 의 크랙이나 균열은, 봉착 재료층 (9) 의 용융·고화에 수반하여 유리 기관 (2, 3) 에 발생하는 잔류 응력에서 기인한다. 봉착 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  이 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창 계수  $\alpha_2$  보다 큰 경우에는, 레이저 봉착 공정 (가열·냉각 공정) 에 있어서의 유리 기관 (2, 3) 의 수축량에 비해 봉착 재료층 (9) 의 수축량이 커지기 때문에, 유리 기관 (2, 3) 에 강한 압축 응력 (잔류 응력) 이 발생한다. 유리 기관 (2, 3) 에 발생하는 잔류 응력  $\sigma$  는 하기의 식으로부터 구해진다.

[0039] 
$$\sigma = \alpha \cdot \Delta T \cdot E / (1 - \nu) \quad \dots (1)$$

[0040] 상기한 식 (1) 에 있어서,  $\alpha$  는 봉착 재료의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창 계수  $\alpha_2$  의 차,  $\Delta T$  는 레이저 봉착시의 온도차 (봉착 재료층 (9) 의 용융 온도 (가공 온도) 에서 상온 부근으로 냉각될 때까지의 온도차) 를 냉각 시간으로 나눈 값, E 는 봉착 재료나 유리 기관 (2, 3) 의 영률,  $\nu$  는 푸아송비이다. 레이저 봉착의 경우, 레이저광의 주사 속도나 스폿 직경이 일정하면 냉각 시간은 거의 일정해지기 때문에,  $\Delta T$  는 실질적으로는 레이저 봉착시의 온도차가 된다.

[0041] 종래의 봉착용 유리 재료에서는, 레이저 봉착 공정 후의 재료의 식 (1) 의  $\alpha$  를 작게 하여 잔류 응력을 저감시키는 수법이 주로 채용되어 왔다. 이와 같은 점에 대해, 봉착 재료층 (9) 의 두께 (T) 를 15 μm 이하, 또한 10 μm 이하로 얇게 하는 경우,  $\Delta T$  의 값이 크게 영향받는 것이 분명해졌다. 즉, 봉착 재료의 유동성을 높이기 위해, 레이저 가공 온도 (가열 온도) 를 높게 하면 잔류 응력 ( $\sigma$ ) 의 증대가 현저해진다.

[0042] 도 7 은 두께 (T) 가 15 μm 이하로 얇은 봉착 재료층 (9) 을 사용하여 레이저 봉착한 유리 기관의 변형량과 레

이저 가공 온도 (가열 온도) 의 관계의 일례를 나타내고 있다. 도 7 로부터 분명한 바와 같이, 레이저 가공 온도의 상승에 수반하여 유리 기관의 변형량이 증가하고 있고, 이것으로부터 레이저 봉착 공정 (가열·냉각 공정) 후에 있어서의 유리 기관의 잔류 응력이 증대하고 있음을 알 수 있다. 한편, 봉착 재료층 (9) 의 두께 (T) 를 15  $\mu\text{m}$  이하로 얇게 한 경우에는, 봉착 재료층 (9) 의 수축량의 영향이 저감되기 때문에, 유리 기관 (2, 3) 과 봉착 재료층 (9) 의 수축량의 차 (열팽창차) 에 기초하는 응력은, 봉착 재료층 (9) 의 막두께 (T) 가 두꺼운 경우에 비해 작아진다.

[0043] 이와 같이, 두께 (T) 가 15  $\mu\text{m}$  이하로 얇은 봉착 재료층 (9) 을 적용하는 경우에는, 봉착 재료층 (9) 과 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창차의 저감보다, 레이저 가공 온도의 상승을 억제하는 것이 중요해진다. 봉착 재료층 (9) 의 두께 (T) 가 10  $\mu\text{m}$  이하인 경우에 더욱 현저해진다. 그래서, 이 실시형태에서는 레이저 가공 온도의 저감을 도모하기 위해, 봉착용 유리 재료에 있어서의 저팽창 충전재와 레이저 흡수재의 합계 함유량 (충전재의 함유량) 을 2 ? 44 체적% 의 범위로 하고 있다.

[0044] 봉착 재료의 유동성에는 저팽창 충전재뿐만 아니라 레이저 흡수재도 영향을 미친다. 이 때문에, 이 실시형태에서는 봉착용 유리 재료에 있어서의 저팽창 충전재와 레이저 흡수재의 합계 함유량을 44 체적% 이하로 하고 있다. 저팽창 충전재와 레이저 흡수재의 합계 함유량이 44 체적% 이하이면, 레이저 가공 온도 (가열 온도) 의 저하 효과를 충분히 얻을 수 있다.

[0045] 저팽창 충전재와 레이저 흡수재의 합계 함유량을 저감시킨 경우, 특히 저팽창 충전재의 함유량을 저감시킴에 따른 영향으로, 봉착 재료층 (9) 과 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창차는 커지지만, 봉착 재료의 유동성의 저하가 억제되기 때문에, 레이저 가공 온도 (가열 온도) 를 낮출 수 있다. 이로써, 레이저 봉착 후에 있어서의 유리 기관 (2, 3) 의 잔류 응력이 저감되기 때문에, 유리 기관 (2, 3) 이나 봉착층 (8) 의 크랙이나 균열 등을 억제할 수 있게 된다.

[0046] 레이저 흡수재는 레이저 봉착 공정을 실시하는 데에 있어서 필수인 성분이며, 그 함유량은 봉착용 유리 재료에 대해 2 ? 10 체적% 의 범위로 하는 것이 바람직하다. 레이저 흡수재의 함유량이 2 체적% 미만이면, 레이저 조사시에 봉착 재료층 (9) 을 충분히 용융시키지 못할 우려가 있다. 이것은 접착 불량률의 원인이 된다. 한편, 레이저 흡수재의 함유량이 10 체적% 를 초과하면, 레이저 조사시에 제 2 유리 기관 (3) 과의 계면 근방에서 국소적으로 발열하여 제 2 유리 기관 (3) 에 균열이 발생하거나, 또 봉착용 유리 재료의 용융시의 유동성이 열화되거나 하여 제 1 유리 기관 (2) 과의 접착성이 저하될 우려가 있다.

[0047] 저팽창 충전재는, 봉착 재료층 (9) 과 유리 기관 (2, 3) 사이의 열팽창차를 저감시키기 위해서는 함유시키는 것이 바람직하지만, 두께 (T) 가 15  $\mu\text{m}$  이하로 얇은 봉착 재료층 (9) 에 적용할 수 있는 입경을 갖는 경우에는 레이저 가공시에 있어서의 유동성의 저하 요인이 되기 때문에, 그 함유량을 저감시키는 것이 바람직하다. 이 때문에, 저팽창 충전재의 함유량은, 봉착용 유리 재료에 대해 40 체적% 이하로 하는 것이 바람직하다. 저팽창 충전재의 함유량이 40 체적% 를 초과하면, 레이저 가공 온도의 상승을 피할 수 없다. 저팽창 충전재는 실용적으로는 10 체적% 이상의 범위에서 함유시키는 것이 바람직하지만, 후술하는 바와 같이 봉착용 유리 재료는 경우에 따라서는 저팽창 충전재를 함유하고 있지 않아도 된다.

[0048] 이 실시형태의 봉착 재료는 저팽창 충전재의 함유량을 저감시키고 있기 때문에, 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창 계수  $\alpha_2$  의 차는 커진다. 구체적으로는, 봉착 재료층 (9) 과 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창차는 15 ? 65 ( $\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ) 의 범위가 된다. 바꾸어 말하면, 열팽창차가 15 ? 65 ( $\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ) 의 범위이면, 저팽창 충전재의 함유량을 저감시켜 봉착 재료의 유동성을 유지하고, 그것에 기초하여 레이저 가공 온도 (가열 온도) 를 저하시킴으로써, 유리 기관 (2, 3) 이나 봉착층 (8) 의 크랙이나 균열 등을 억제할 수 있게 된다.

[0049] 여기서, 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  및 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창 계수  $\alpha_2$  는, 압봉식 열팽창 계수 측정 장치를 사용하여 측정된 값을 나타내고, 열팽창 계수  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  를 측정하는 온도 범위는 50 ? 250  $^\circ\text{C}$  로 한다. 또, 봉착 재료층 (9) 과 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창차는 어느 큰 값에서 작은 값을 차감한 값 ( $(\alpha_1 - \alpha_2)$  또는  $(\alpha_2 - \alpha_1)$ ) 을 나타내는 것이며, 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창 계수  $\alpha_2$  의 대소 관계는 어느 것이어도 된다.

[0050] 봉착 재료층 (9) 과 유리 기관 (2, 3) 의 열팽창차가  $15 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  미만이라는 것은, 봉착 재료가 비교적 다량

의 저팽창 충전재를 함유하기 때문에, 상기 서술한 레이저 가공 온도의 상승을 피할 수 없다. 봉착 재료층 (9) 과 유리 기판 (2, 3) 의 열팽창차가  $65 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  를 초과하면, 레이저 가공 온도의 영향보다 유리 기판 (2, 3) 과 봉착 재료층 (9) 의 수축량의 차의 영향이 커지기 때문에, 레이저 가공 온도를 저하시켜도 유리 기판 (2, 3) 이나 봉착층 (8) 의 크랙이나 균열 등이 발생하기 쉬워진다.

[0051] 이와 같이, 봉착 재료층 (9) 과 유리 기판 (2, 3) 의 열팽창차가  $65 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이하의 범위이면, 봉착 재료 층의 저팽창 충전재의 함유량을 줄일 수 있다. 또한, 봉착 재료가 저팽창 충전재를 함유하지 않는 경우라 하더라도, 봉착 재료층 (9) 과 유리 기판 (2, 3) 의 열팽창차가  $65 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이하이면 유리 기판 (2, 3) 이나 봉착층 (8) 의 크랙이나 균열 등을 억제할 수 있게 된다. 봉착 재료는 적어도 충전재로서 레이저 흡수재를 함유하고 있으면 되고, 저팽창 충전재의 함유량은 0 이어도 된다. 이 때문에, 봉착용 유리 재료에 있어서의 저팽창 충전재와 레이저 흡수재의 합계 함유량은, 레이저 흡수재의 함유량의 하한값인 2 체적% 이상이면 된다.

[0052] 단, 레이저 봉착시에 있어서의 유리 기판 (2, 3) 과 봉착 재료층 (9) 의 수축량의 차를 저감시키는 데에 있어서, 봉착 재료층 (9) 과 유리 기판 (2, 3) 의 열팽창차는  $50 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이하로 하는 것이 바람직하고, 나아가서는  $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 이와 같은 점에서, 봉착용 유리 재료는 저팽창 충전재를 10 체적% 이상의 범위에서 함유하는 것이 바람직하다. 레이저 흡수재를 2 ? 10 체적% 의 범위에서 함유하고, 또한 저팽창 충전재를 10 ? 40 체적% 의 범위에서 함유하는 봉착용 유리 재료를 소성한 봉착 재료에 의하면, 레이저 봉착시에 있어서의 유리 기판 (2, 3) 과 봉착 재료층 (9) 의 수축량의 차를 저감시키면서 레이저 가공 온도를 저하시킬 수 있기 때문에, 봉착성의 그 신뢰성의 향상에 기여하는 것이다.

[0053] 봉착 재료의 유동성 및 그것에 기초하여 설정되는 레이저 가공 온도는, 봉착 재료 중의 충전재 (레이저 흡수재나 저팽창 충전재) 의 함유량뿐만 아니라, 충전재의 입자 형상에 의해서도 영향을 받는다. 상기 서술한 바와 같이, 충전재 입자는 적어도 최대 입경을 봉착 재료층 (9) 의 두께 (T) 미만으로 할 필요가 있다. 게다가, 충전재 입자의 비표면적을 감소시키는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 봉착용 유리 재료 내의 충전재의 표면적은  $0.5 ? 6 \text{ m}^2/\text{cm}^3$  의 범위인 것이 바람직하다. 봉착용 유리 재료 내의 충전재의 표면적이란, [(충전재의 비표면적)  $\times$  (충전재의 비중)  $\times$  (충전재의 함유량 (체적%))] 로 나타내는 값이다. 예를 들어, 레이저 흡수재와 저팽창 충전재를 함유하는 봉착용 유리 재료에 있어서는, 봉착용 유리 재료 중의 이들의 합계 표면적은, 「(레이저 흡수재의 비표면적)  $\times$  (레이저 흡수재의 비중)  $\times$  (레이저 흡수재의 함유량 (체적%)) + (저팽창 충전재의 비표면적)  $\times$  (저팽창 충전재의 비중)  $\times$  (저팽창 충전재의 함유량 (체적%))」 로부터 구해진다.

[0054] 봉착용 유리 재료 내의 충전재의 표면적을  $0.5 ? 6 \text{ m}^2/\text{cm}^3$  의 범위로 함으로써, 봉착 재료의 유동성이 보다 향상되고, 레이저 가공 온도를 더욱 저하시킬 수 있다. 상기한 충전재 입자의 표면적은, 저팽창 충전재나 레이저 흡수재의 입도 분포를 제어함으로써 만족시킬 수 있다. 구체적으로는, 저팽창 충전재나 레이저 흡수재를 조제할 때에, 각 분말을 체나 풍력 분리 등에 의해 분급함으로써 얻을 수 있다.

[0055] 상기 서술한 실시형태의 전자 디바이스 (1) 는, 예를 들어 이하와 같이 하여 제작된다. 먼저, 도 2(a), 도 5 및 도 6 에 나타내는 바와 같이, 제 2 유리 기판 (3) 의 봉지 영역 (7) 상에 봉착 재료층 (9) 을 형성한다. 봉착 재료층 (9) 의 형성에 있어서는, 먼저 저팽창 충전재와 레이저 흡수재의 합계 함유량이 2 ? 44 체적% 의 범위이고, 그것에 기초하여 유리 기판 (2, 3) 과의 열팽창차가  $15 ? 65 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  의 범위의 봉착 재료층이 되도록 봉착용 유리 재료를 조제한다.

[0056] 봉착용 유리 재료는, 상기와 같이, 봉착 유리와 레이저 흡수재와 임의로 저팽창 충전재를 함유하고, 추가로, 이들 이외의 첨가제를 필요에 따라 함유한 조성물로 이루어진다. 본 발명에 있어서는, 첨가제 중, 소성시에 휘발이나 소실에 의해 조성물로부터 소실되는 용제나 바인더는 봉착용 유리 재료의 구성 성분에서 제외한다. 소성시에 휘발이나 소실에 의해 조성물로부터 소실되는 성분은, 도포 등에 의해 유리 기판 표면에 봉착용 유리 재료의 층을 형성하기 위해 통상적으로 필수인 첨가물이다. 그러나, 이 소실되는 성분은, 봉착 재료를 구성하는 성분은 아니기 때문에, 상기 봉착용 유리 재료의 구성 성분으로는 하지 않고, 상기 구성 성분의 조성 비율도 이 소실되는 성분을 제외한 구성 비율을 말한다. 봉착용 유리 재료의 구성 성분과 용제나 바인더 등의 소실되는 성분을 함유하는, 소성 후에 봉착 재료가 되는 층을 형성하기 위한 조성물을 이하에서 봉착 재료 페이스트라고 한다.

[0057] 소성에 의해 소실되는 성분의 조성 비율은, 소성 후에 남는 성분의 조성 비율과 함께 봉착 재료 페이스트에 요

구되는 도공성 등의 특성을 고려하여 결정된다.

- [0058] 봉착 재료 페이스트는 봉착용 유리 재료의 각 구성 성분과 비히클을 혼합하여 조제된다. 비히클은 바인더 성분인 수지를 용제에 용해시킨 것이다. 비히클용 수지로는, 예를 들어 메틸셀룰로오스, 에틸셀룰로오스, 카르복시메틸셀룰로오스, 옥시에틸셀룰로오스, 벤질셀룰로오스, 프로필셀룰로오스, 니트로셀룰로오스 등의 셀룰로오스계 수지, 메틸메타크릴레이트, 에틸메타크릴레이트, 부틸메타크릴레이트, 2-하이드록시에틸메타크릴레이트, 부틸아크릴레이트, 2-하이드록시에틸아크릴레이트 등의 아크릴계 모노머의 1 종 이상을 중합하여 얻어지는 아크릴계 수지 등의 유기 수지가 사용된다. 용제로는, 셀룰로오스계 수지의 경우에는 테르피네올, 부틸카르비톨아세테이트, 에틸카르비톨아세테이트 등의 용제, 아크릴계 수지의 경우에는 메틸에틸케톤, 테르피네올, 부틸카르비톨아세테이트, 에틸카르비톨아세테이트 등의 용제가 사용된다.
- [0059] 봉착 재료 페이스트의 점도는, 유리 기관 (3) 에 도포하는 장치에 대응한 점도에 맞추면 되고, 수지 (바인더 성분) 와 용제의 비율이나 봉착용 유리 재료의 성분과 비히클의 비율에 따라 조정할 수 있다. 봉착 재료 페이스트에는 소포제나 분산제와 같이 유리 페이스트에서 공지된 첨가물을 첨가해도 된다. 이들 첨가물도 통상적으로 소성시에 소실되는 성분이다. 봉착 재료 페이스트의 조제에는, 교반 날개를 구비한 회전식의 혼합기나 롤밀, 볼밀 등을 사용한 공지된 방법을 적용할 수 있다.
- [0060] 상기 서술한 봉착 재료 페이스트를 제 2 유리 기관 (3) 의 봉지 영역 (7) 에 도포하고, 이것을 건조시켜 봉착 재료 페이스트의 도포층을 형성한다. 봉착 재료 페이스트는 소성 후의 막두께가 15  $\mu\text{m}$  이하가 되도록 도포한다. 봉착 재료 페이스트는, 예를 들어 스크린 인쇄나 그라비아 인쇄 등의 인쇄법을 적용하여 제 2 봉지 영역 (7) 에 도포하거나, 혹은 디스펜서 등을 사용하여 제 2 봉지 영역 (7) 을 따라 도포하거나 한다. 봉착 재료 페이스트의 도포층은, 예를 들어 120  $^{\circ}\text{C}$  이상의 온도에서 10 분 이상 건조시키는 것이 바람직하다. 건조 공정은 도포층 내의 용제를 제거하기 위해 실시하는 것이다. 도포층 내에 용제가 잔류하고 있으면, 그 후의 소성 공정에서 바인더 등의 소실시켜야 하는 성분을 충분히 제거하지 못할 우려가 있다.
- [0061] 이어서, 상기한 봉착 재료 페이스트의 도포층을 소성하여 봉착 재료층 (9) 을 형성한다. 소성 공정은, 먼저 도포층을 봉착 유리 (유리 플릿) 의 유리 전이점 이하의 온도로 가열하여, 도포층 내의 바인더 성분 등을 제거한 후, 봉착 유리 (유리 플릿) 의 연화점 이상의 온도로 가열하고, 봉착용 유리 재료를 용융시켜 유리 기관 (3) 에 베이킹한다. 이와 같이 하여, 제 2 유리 기관 (3) 의 봉지 영역 (7) 에 봉착용 유리 재료가 소성된 재료 (봉착 재료) 로 이루어지는 봉착 재료층 (9) 을 형성한다.
- [0062] 다음으로, 제 2 유리 기관 (3) 과는 별도로 제작한 제 1 유리 기관 (2) 을 준비하고, 이들 유리 기관 (2, 3) 을 사용하여, OELD, PDP, LCD 등의 FPD, OEL 소자를 사용한 조명 장치, 색소 증감형 태양 전지와 같은 태양 전지 등의 전자 디바이스 (1) 를 제작한다. 즉, 도 2(b) 에 나타내는 바와 같이, 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 을, 이들의 표면 (2a, 3a) 끼리가 대향하도록 봉착 재료층 (9) 을 개재하여 적층한다. 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 사이에는, 봉착 재료층 (9) 의 두께에 기초하여 간극이 형성된다.
- [0063] 다음으로, 도 2(c) 에 나타내는 바와 같이, 제 2 유리 기관 (3) 을 통하여 봉착 재료층 (9) 에 레이저광 (10) 을 조사한다. 또한, 레이저광 (10) 은 제 1 유리 기관 (2) 을 통하여 봉착 재료층 (9) 에 조사해도 된다. 레이저광 (10) 은 프레임 형상의 봉착 재료층 (9) 을 따라 주사하면서 조사된다. 그리고, 봉착 재료층 (9) 의 전체 둘레에 걸쳐 레이저광 (10) 을 조사함으로써, 도 2(d) 에 나타내는 바와 같이 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 사이를 봉지하는 봉착층 (8) 을 형성한다. 봉착층 (8) 의 두께는 봉착 재료층 (9) 의 두께로부터 감소되지만, 봉착 재료층 (9) 의 두께가 15  $\mu\text{m}$  이하로 얇기 때문에, 레이저 봉착 후의 막두께 감소는 작다. 따라서, 봉착층 (8) 은 봉착 재료층 (9) 의 두께에 근사한 두께 (15  $\mu\text{m}$  이하) 가 된다.
- [0064] 이와 같이 하여, 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 과 봉착층 (8) 으로 구성된 유리 패널로, 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 사이에 형성된 전자 소자부 (4) 를 기밀 봉지한 전자 디바이스 (1) 를 제작한다. 또한, 이 실시형태의 유리 패널은 전자 디바이스 (1) 의 구성 부품에 한정되는 것은 아니며, 전자 부품의 봉지체, 혹은 복층 유리와 같은 유리 부재 (건재(建材) 등) 에도 응용할 수 있다.
- [0065] 레이저광 (10) 은 특별히 한정되는 것은 아니며, 반도체 레이저, 탄산 가스 레이저, 엑시머 레이저, YAG 레이저, HeNe 레이저 등으로부터의 레이저광이 사용된다. 레이저광 (10) 의 출력은 봉착 재료층 (9) 의 두께 등에 따라 적절히 설정되는 것이지만, 예를 들어 2 ? 150 W 의 범위로 하는 것이 바람직하다. 레이저 출력이 2 W 미만이면 봉착 재료층 (9) 을 용융시키지 못할 우려가 있고, 또 150 W 를 초과하면 유리 기관 (2, 3) 에 크랙이나 균열 등이 발생하기 쉬워진다. 레이저광 (10) 의 출력은 5 ? 100 W 의 범위인 것이 보다 바람

직하다.

- [0066] 이 실시형태의 전자 디바이스 (1) 와 그 제조 공정에 의하면, 봉착 재료층 (9) 의 두께 (T) 를 15  $\mu\text{m}$  이하로 얇게 하여 기관 간격을 좁게 하는 경우에 있어서도, 레이저 봉착시에 있어서의 유리 기관 (2, 3) 의 잔류 응력을 저감시킬 수 있기 때문에, 유리 기관 (2, 3) 이나 봉착층 (8) 의 크랙이나 균열 등을 억제할 수 있게 된다. 따라서, 유리 패키지를 박형화한 전자 디바이스 (1) 를 양호한 수율로 제작할 수 있음과 함께, 전자 디바이스 (1) 의 봉착성, 기밀 방지성, 이들의 신뢰성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0067] 그런데, 상기 서술한 실시형태에 있어서는, 주로 제 1 유리 기관 (2) 및 제 2 유리 기관 (3) 의 열팽창 계수  $\alpha_2$  가 모두 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과의 차가  $15 \sim 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위인 경우에 대하여 설명했지만, 유리 기관 (2, 3) 의 구성은 이것에 한정되는 것은 아니다. 제 1 유리 기관 (2) 의 열팽창 계수  $\alpha_{21}$  과 제 2 유리 기관 (3) 의 열팽창 계수  $\alpha_{22}$  중, 적어도 일방의 열팽창 계수와 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  의 차가  $15 \sim 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위이면, 봉착 재료 층의 충전재량의 감소에 기초하는 유동성의 향상 및 레이저 가공 온도의 저하에 의한 잔류 응력의 저감 효과, 즉, 유리 기관 (2, 3) 이나 봉착층 (8) 의 크랙이나 균열 등의 억제 효과를 얻을 수 있다.
- [0068] 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 이 동종의 유리 재료로 이루어지는 경우, 당연히 제 1 유리 기관 (2) 의 열팽창 계수  $\alpha_{21}$  및 제 2 유리 기관 (3) 의 열팽창 계수  $\alpha_{22}$  는 모두 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  과의 차가  $15 \sim 65 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  의 범위가 된다. 이와 같은 경우에는, 봉착 재료층 (9) 을 레이저광 (10) 의 열에 의해 제 1 유리 기관 (2) 에 용융 고착시키는 공정 (레이저광 (10) 에 의한 봉착 재료층 (9) 의 용융 고착 공정) 에 있어서, 레이저 가공 온도의 저하 등에 의한 잔류 응력의 저감 효과에 기초하여 제 1 유리 기관 (2) 및 제 2 유리 기관 (3) 과 봉착층 (8) 의 접착성이나 그 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0069] 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 이 이종(異種)의 유리 재료로 이루어지는 경우에는, 제 1 유리 기관 (2) 의 열팽창 계수  $\alpha_{21}$  및 제 2 유리 기관 (3) 의 열팽창 계수  $\alpha_{22}$  중 어느 일방의 열팽창 계수와 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  의 차가  $15 \sim 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위이면 되고, 타방의 열팽창 계수와 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  의 차가  $15 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  미만이어도 된다. 즉, 이종의 유리 재료로 이루어지는 유리 기관 (2, 3) 을 사용할 때에는, 봉착 재료층 (9) 과의 열팽창차가 큰 유리 기관의 열팽창 계수와 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  의 차가  $15 \sim 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위이면 된다.
- [0070] 예를 들어, 제 1 유리 기관 (2) 의 열팽창 계수  $\alpha_{21}$  과 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  의 차가  $15 \sim 65 (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$  의 범위이고, 봉착 재료층 (9) 을 형성하는 제 2 유리 기관 (3) 의 열팽창 계수  $\alpha_{22}$  와 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  의 차가  $15 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  미만인 경우, 레이저광 (10) 에 의한 봉착 재료층 (9) 의 용융 고착 공정에 있어서, 레이저 가공 온도의 저하 등에 의한 잔류 응력의 저감 효과에 기초하여 제 1 유리 기관 (2) 과 봉착층 (8) 의 접착성이나 그 신뢰성이 향상된다. 제 2 유리 기관 (2) 과 봉착층 (8) 의 접착성이나 그 신뢰성은, 레이저 가공 온도의 저하 등에 의한 잔류 응력의 저감 효과에 더하여, 제 2 유리 기관 (3) 과 봉착용 유리 재료의 작은 열팽창차에 기초하여 한층 더 향상된다. 제 1 유리 기관 (2) 의 열팽창 계수  $\alpha_{21}$  과 제 2 유리 기관 (3) 의 열팽창 계수  $\alpha_{22}$  가 반대인 경우에도 마찬가지이다.
- [0071] 바꾸어 말하면, 이종의 유리 재료로 이루어지는 제 1 유리 기관 (2) 과 제 2 유리 기관 (3) 을 사용하는 경우에, 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  을 일방의 유리 기관의 열팽창 계수와와의 차가 작아지도록 설정할 수 있다. 타방의 유리 기관의 열팽창 계수와 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  의 차는 커지지만, 충전재량을 저감시켜 봉착용 유리 재료의 유동성을 유지하고, 그것에 기초하여 레이저 가공 온도를 저하시킴으로써, 유리 기관 (2, 3) 이나 봉착층 (8) 의 크랙이나 균열 등을 억제할 수 있게 된다. 봉착 재료층 (9) 의 열팽창 계수  $\alpha_1$  을 이종 재료로 이루어지는 유리 기관 (2, 3) 의 쌍방의 열팽창 계수와 정합시키는 것은 곤란함에 반해, 일방의 유리 기관의 열팽창 계수만으로 정합시키면 되기 때문에, 이종 재료로 이루어지는 유리 기관 (2,

3) 사이를 효과적으로 기밀 봉지할 수 있다.

[0072] 실시예

[0073] 다음으로, 본 발명의 구체적인 실시예 및 그 평가 결과에 대하여 서술한다. 또한, 이하의 설명은 본 발명을 한정하는 것은 아니며, 본 발명의 취지를 따른 형태에서의 개변이 가능하다.

[0074] (실시예 1)

[0075] Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 83 질량%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 질량%, ZnO 11 질량%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 질량%의 조성을 갖고, 평균 입경이 1.0 μm 인 비스무트계 유리 플릿 (연화점 : 410 °C) 과, 저팽창 충전재로서 코디어라이트 분말과, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MnO-Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 조성을 갖는 레이저 흡수재를 준비하였다. 저팽창 충전재로서의 코디어라이트 분말은, D10 이 1.3 μm, D50 이 2.0 μm, D90 이 3.0 μm, Dmax 가 4.6 μm 인 입도 분포를 갖고, 또한 비표면적은 5.8 m<sup>2</sup>/g 이다. 또, 레이저 흡수재는, D10 이 0.4 μm, D50 이 0.9 μm, D90 이 1.5 μm, Dmax 가 2.8 μm 인 입도 분포를 갖고, 또한 비표면적은 5.0 m<sup>2</sup>/g 이다. 코디어라이트 분말 및 레이저 흡수재의 비표면적은, BET 비표면적 측정 장치 (마운테크사 제조, Macsorb HM model-1201)를 사용하여 측정하였다. 측정 조건은, 흡착질 : 질소, 캐리어 가스 : 헬륨, 측정 방법 : 유동법 (BET 1 점식), 탈기 온도 : 200 °C, 탈기 시간 : 20 분, 탈기 압력 : N<sub>2</sub> 가스 플로우/ 대기압, 샘플 중량 : 1 g 으로 하였다. 이하의 예도 동일하다.

[0076] 상기 서술한 비스무트계 유리 플릿 72.7 체적% 와 코디어라이트 분말 22.0 체적% 와 레이저 흡수재 5.3 체적% (코디어라이트 분말과 레이저 흡수재의 합계 함유량은 27.3 체적%) 를 혼합하여 봉착용 유리 재료로 하고, 이 봉착용 유리 재료 80 질량% 를 비히클 20 질량% 와 혼합하여 봉착 재료 페이스트를 조제하였다. 비히클은 바인더 성분으로서의 에틸셀룰로오스 (2.5 질량%) 를 테르피네올로 이루어지는 용제 (97.5 질량%) 에 용해시킨 것이다. 또, 코디어라이트 분말은 봉착용 유리 재료 내의 표면적은 3.45 m<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup> 이다. 레이저 흡수재는 봉착용 유리 재료 내의 표면적은 1.35 m<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup> 이다. 상기 봉착 재료 페이스트의 봉착 재료층의 열팽창 계수 α<sub>1</sub> (50 ? 250 °C) 은 73 × 10<sup>-7</sup>/°C 였다.

[0077] 또한, 봉착 재료층의 열팽창 계수 α<sub>1</sub> 은, 상기 봉착 재료 페이스트를 봉착 유리의 전이점 -10 °C 에서부터 전이점 -50 °C 의 온도 범위 내 (실시예 1 에서는 300 °C) 에서 2 시간 소성하여 용제와 바인더 성분을 제거하고, 봉착 유리의 연화점 +30 °C 에서부터 결정화점 -30 °C 의 온도 범위 내 (실시예 1 에서는 480 °C) 에서 10 분의 소결로 얻어진 소결체를 연마하여, 길이 20 mm 직경 5 mm 의 환봉(丸奉)을 제작하고, 리카루사 제조의 TMA8310 으로 측정한 50 ? 250 °C 의 온도 범위에 있어서의 평균 선팽창 계수값을 표시하고 있다. 이하, 비스무트계 유리의 경우의 예도 동일하다. 본 명세서에서 전이점은 시사열 분석 (DTA) 의 제 1 변곡점의 온도이고, 연화점은 시사열 분석 (DTA) 의 제 4 변곡점의 온도이고, 결정화점은 시사열 분석 (DTA) 의 결정화에서 기인하는 발열이 피크가 되는 온도로 정의되는 것이다.

[0078] 다음으로, 무알칼리 유리 (열팽창 계수 α<sub>2</sub> (50 ? 250 °C) : 38 × 10<sup>-7</sup>/°C) 로 이루어지는 제 2 유리 기판 (치수 : 90 × 90 × 0.7 mm) 을 준비하고, 이 유리 기판의 봉지 영역에 봉착 재료 페이스트를 스크린 인쇄법에 의해 도포한 후, 120 °C × 10 분의 조건에서 건조시켰다. 이어서, 도포층을 480 °C × 10 분의 조건에서 소성함으로써, 막두께 (T) 가 7 μm 인 봉착 재료층을 형성하였다. 봉착 재료층 (상기 봉착 재료 페이스트를 소성한 재료) 의 열팽창 계수 α<sub>1</sub> (73 × 10<sup>-7</sup>/°C) 과 유리 기판의 열팽창 계수 α<sub>2</sub> (38 × 10<sup>-7</sup>/°C) 의 차 (α<sub>1</sub> - α<sub>2</sub>) 는 35 × 10<sup>-7</sup>/°C 이다.

[0079] 상기 서술한 봉착 재료층을 갖는 제 2 유리 기판과 소자 영역 (OEL 소자를 형성한 영역) 을 갖는 제 1 유리 기판 (제 2 유리 기판과 동일 조성, 동일 형상의 무알칼리 유리로 이루어지는 기판) 을 적층하였다. 이어서, 제 2 유리 기판을 통하여 봉착 재료층에 대해 파장 940 nm, 출력 60 W, 스폿 직경 1.6 mm 의 레이저광 (반도체 레이저) 을 10 mm/s 의 주사 속도로 조사하고, 봉착 재료층을 용융 및 급랭 고화시킴으로써, 제 1 유리 기판과 제 2 유리 기판을 봉착시켰다. 레이저 조사시의 가공 온도 (방사 온도계로 측정) 는 623 °C 였다. 이와 같이 하여 소자 영역을 유리 패널에 의해 봉지한 전자 디바이스를 후술하는 특성 평가에 제공하였다.

[0080] (실시예 2 ? 10)

[0081] 표 1 및 표 2 에 나타내는 입자 형상을 갖는 코디어라이트 분말 및 레이저 흡수재를, 표 1 및 표 2 에 나타내는

비율로 실시예 1 과 동일 조성의 비스무트계 유리 플릿과 혼합하여 봉착용 유리 재료로 하고, 이어서, 실시예 1 과 마찬가지로 비히클과 혼합하여 봉착 재료 페이스트를 조제하였다. 이 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 실시예 1 과 동일하게 하여 제 2 유리 기판 상에 봉착 재료층을 형성하였다. 봉착용 유리 재료 내의 저팽창 충전재 및 레이저 흡수재의 표면적, 봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1$ , 유리 기판과의 열팽창 계수의 차 ( $\alpha_1 - \alpha_2$ ), 봉착 재료층의 막두께는 표 1 및 표 2 에 나타내는 바와 같다.

[0082] 다음으로, 봉착 재료층을 갖는 제 2 유리 기판과 소자 영역 (OEL 소자를 형성한 영역) 을 갖는 제 1 유리 기판을 적층하였다. 제 1 및 제 2 유리 기판은 실시예 1 과 마찬가지로 무알칼리 유리로 이루어지는 것이다. 이어서, 제 2 유리 기판을 통하여 봉착 재료층에 파장 940 nm, 스폿 직경 1.6 mm 의 레이저광 (반도체 레이저) 을 10 mm/s 의 주사 속도로 조사하고, 봉착 재료층을 용융 및 급랭 고화시킴으로써, 제 1 유리 기판과 제 2 유리 기판을 봉착시켰다. 레이저광의 출력은 표 1 및 표 2 에 나타내는 값을 적용하였다. 레이저 가공 온도는 표 1 및 표 2 에 나타내는 바와 같다. 이와 같이 하여, 소자 영역을 유리 패널에 의해 봉지한 전자 디바이스를 후술하는 특성 평가에 제공하였다.

[0083] (실시예 11 ? 12)

[0084] 표 3 에 나타내는 입자 형상을 갖는 레이저 흡수재를, 표 3 에 나타내는 비율로 실시예 1 과 동일 조성의 비스무트계 유리 플릿과 혼합하여 봉착용 유리 재료로 하고, 이어서, 실시예 1 과 마찬가지로 비히클과 혼합하여 봉착 재료 페이스트를 조제하였다. 여기서는 저팽창 충전재를 사용하고 있지 않다. 이 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 실시예 1 과 동일하게 하여 제 2 유리 기판 상에 봉착 재료층을 형성하였다. 봉착용 유리 재료 내의 레이저 흡수재의 표면적, 봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1$ , 유리 기판과의 열팽창 계수의 차 ( $\alpha_1 - \alpha_2$ ), 봉착 재료층의 막두께는 표 3 에 나타내는 바와 같다.

[0085] 다음으로, 봉착 재료층을 갖는 제 2 유리 기판과 소자 영역 (OEL 소자를 형성한 영역) 을 갖는 제 1 유리 기판을 적층하였다. 제 1 및 제 2 유리 기판은 실시예 1 과 마찬가지로 무알칼리 유리로 이루어지는 것이다. 이어서, 제 2 유리 기판을 통하여 봉착 재료층에 파장 940 nm, 스폿 직경 1.6 mm 의 레이저광 (반도체 레이저) 을 10 mm/s 의 주사 속도로 조사하고, 봉착 재료층을 용융 및 급랭 고화시킴으로써, 제 1 유리 기판과 제 2 유리 기판을 봉착시켰다. 레이저광의 출력은 표 3 에 나타내는 값을 적용하였다. 레이저 가공 온도는 표 3 에 나타내는 바와 같다. 이와 같이 하여, 소자 영역을 유리 패널에 의해 봉지한 전자 디바이스를 후술하는 특성 평가에 제공하였다.

[0086] (비교예 1 ? 2)

[0087] 표 3 에 나타내는 입자 형상을 갖는 코디에라이트 분말 및 레이저 흡수재를, 표 3 에 나타내는 비율로 실시예 1 과 동일 조성의 비스무트계 유리 플릿과 혼합하여 봉착용 유리 재료로 하고, 이어서, 실시예 1 과 마찬가지로 비히클과 혼합하여 봉착 재료 페이스트를 조제하였다. 이 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 실시예 1 과 동일하게 하여 제 2 유리 기판 상에 봉착 재료층을 형성하였다. 봉착용 유리 재료 내의 저팽창 충전재 및 레이저 흡수재의 표면적, 봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1$ , 유리 기판과의 열팽창 계수의 차 ( $\alpha_1 - \alpha_2$ ), 봉착 재료층의 막두께는 표 3 에 나타내는 바와 같다. 비교예 1 ? 2 는 봉착 재료층과 유리 기판의 열팽창 계수의 차 ( $\alpha_1 - \alpha_2$ ) 가  $15 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  미만이 되도록, 봉착용 유리 재료에 비교적 다량의 저팽창 충전재 (코디에라이트 분말) 를 첨가한 것이다.

[0088] 다음으로, 봉착 재료층을 갖는 제 2 유리 기판과 소자 영역 (OEL 소자를 형성한 영역) 을 갖는 제 1 유리 기판을 적층하였다. 제 1 및 제 2 유리 기판은 실시예 1 과 마찬가지로 무알칼리 유리로 이루어지는 것이다. 이어서, 제 2 유리 기판을 통하여 봉착 재료층에 파장 940 nm, 스폿 직경 1.6 mm 의 레이저광 (반도체 레이저) 을 10 mm/s 의 주사 속도로 조사하고, 봉착 재료층을 용융 및 급랭 고화시킴으로써, 제 1 유리 기판과 제 2 유리 기판을 봉착시켰다. 레이저광의 출력은 저팽창 충전재의 함유량에 따라 표 3 에 나타내는 값을 적용하였다. 레이저 가공 온도는 표 3 에 나타내는 바와 같다. 이와 같이 하여 제작한 전자 디바이스를 후술하는 특성 평가에 제공하였다.

[0089] (실시예 13)

[0090] SnO 56 몰%, SnO<sub>2</sub> 3 몰%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 32 몰%, ZnO 5 몰%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2 몰%, SiO<sub>2</sub> 2 몰% 의 조성을 갖고, 평균 입경이

1.5  $\mu\text{m}$  인 주석-인산계 유리 플릿 (연화점 : 360  $^{\circ}\text{C}$ ) 과, 저팽창 충전재로서 인산지르코늄 ( $(\text{ZrO})_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) 분말과,  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3\text{-MnO-Co}_2\text{O}_3$  조성을 갖는 레이저 흡수재를 준비하였다. 저팽창 충전재로서의 인산지르코늄 분말은, D10 이 0.7  $\mu\text{m}$ , D50 이 1.2  $\mu\text{m}$ , D90 이 2.3  $\mu\text{m}$ , Dmax 가 4.6  $\mu\text{m}$  인 입도 분포를 갖고, 또한 비표면적은 4.2  $\text{m}^2/\text{g}$  이다. 레이저 흡수재는, D10 이 0.4  $\mu\text{m}$ , D50 이 0.9  $\mu\text{m}$ , D90 이 1.5  $\mu\text{m}$ , Dmax 가 2.8  $\mu\text{m}$  인 입도 분포를 갖고, 또한 비표면적은 5.0  $\text{m}^2/\text{g}$  이다.

[0091] 상기 서술한 주석-인산계 유리 플릿 65.9 체적% 와 인산지르코늄 분말 29.3 체적% 와 레이저 흡수재 4.8 체적% (인산지르코늄 분말과 레이저 흡수재의 합계 함유량은 34.1 체적%) 를 혼합하여 봉착용 유리 재료로 하고, 이 봉착용 유리 재료 83 질량% 를 비히클 17 질량% 와 혼합하여 봉착 재료 페이스트를 조제하였다. 비히클은 바인더 성분으로서의 니트로셀룰로오스 (4 질량%) 를 부틸카르비톨아세테이트로 이루어지는 용제 (96 질량%) 에 용해시킨 것이다.

[0092] 상기 인산지르코늄 분말은 봉착용 유리 재료 내의 표면적은 4.61  $\text{m}^2/\text{cm}^3$  이다. 상기 레이저 흡수재는 봉착용 유리 재료 내의 표면적은 1.22  $\text{m}^2/\text{cm}^3$  이다. 또한, 상기 봉착 재료 페이스트의 봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1$  (50 ? 250  $^{\circ}\text{C}$ ) 은  $59 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  였다.

[0093] 또한, 봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1$  은, 상기 봉착 재료 페이스트를 봉착 유리의 전이점 -10  $^{\circ}\text{C}$  에서부터 전이점 -50  $^{\circ}\text{C}$  의 온도 범위 내 (실시에 13 에서는 250  $^{\circ}\text{C}$ ) 에서 2 시간 소성하여 용제와 바인더 성분을 제거하고, 봉착 유리의 연화점 +30  $^{\circ}\text{C}$  에서부터 결정화점 -30  $^{\circ}\text{C}$  의 온도 범위 내 (실시에 13 에서는 430  $^{\circ}\text{C}$ ) 에서 10 분의 소결로 얻어진 소결체를 연마하여, 길이 20 mm, 직경 5 mm 의 환봉을 제작하고, 리가쿠사 제조의 TMA8310 으로 측정된 50 ? 250  $^{\circ}\text{C}$  의 온도 범위에 있어서의 평균 선팽창 계수값을 표시하고 있다. 이하, 주석-인산계 유리의 경우의 예도 동일하다.

[0094] 다음으로, 무알칼리 유리 (열팽창 계수  $\alpha_2$  (50 ? 250  $^{\circ}\text{C}$ ) :  $38 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) 로 이루어지는 제 2 유리 기판 (치수 : 90  $\times$  90  $\times$  0.7 mm) 을 준비하고, 이 유리 기판의 봉지 영역에 봉착 재료 페이스트를 스크린 인쇄법에 의해 도포한 후, 120  $^{\circ}\text{C}$   $\times$  10 분의 조건에서 건조시켰다. 이어서, 도포층을 430  $^{\circ}\text{C}$   $\times$  10 분의 조건에서 소성함으로써, 막두께 (T) 가 7  $\mu\text{m}$  인 봉착 재료층을 형성하였다. 봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1$  ( $59 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) 과 유리 기판의 열팽창 계수  $\alpha_2$  ( $38 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) 의 차 ( $\alpha_1 - \alpha_2$ ) 는  $21 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이다.

[0095] 상기 서술한 봉착 재료층을 갖는 제 2 유리 기판과 소자 영역 (OEL 소자를 형성한 영역) 을 갖는 제 1 유리 기판 (제 2 유리 기판과 동일 조성, 동일 형상의 무알칼리 유리로 이루어지는 기판) 을 적층하였다. 이어서, 제 2 유리 기판을 통하여 봉착 재료층에 대해 파장 940 nm, 출력 85 W, 스폿 직경 1.6 mm 의 레이저광 (반도체 레이저) 을 10 mm/s 의 주사 속도로 조사하고, 봉착 재료층을 용융 및 급랭 고화시킴으로써, 제 1 유리 기판과 제 2 유리 기판을 봉착시켰다. 레이저 조사시의 가공 온도 (방사 온도계로 측정) 는 890  $^{\circ}\text{C}$  였다. 이와 같이 하여 소자 영역을 유리 패널에 의해 봉지한 전자 디바이스를 후술하는 특성 평가에 제공하였다.

[0096] (실시에 14 ? 17)

[0097] 표 4 에 나타내는 입자 형상을 갖는 인산지르코늄 분말 및 레이저 흡수재를, 표 4 에 나타내는 비율로 실시에 13 과 동일 조성의 주석-인산계 유리 플릿과 혼합하여 봉착용 유리 재료를 제작하였다. 이어서, 봉착용 유리 재료를 실시에 13 과 마찬가지로 비히클과 혼합하여 조제한 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 실시에 13 과 동일하게 하여 제 2 유리 기판 상에 봉착 재료층을 형성하였다. 봉착용 유리 재료 내의 저팽창 충전재 및 레이저 흡수재의 표면적, 봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1$ , 유리 기판과의 열팽창 계수의 차 ( $\alpha_1 - \alpha_2$ ), 봉착 재료층의 막두께는 표 4 에 나타내는 바와 같다.

[0098] 다음으로, 봉착 재료층을 갖는 제 2 유리 기판과 소자 영역 (OEL 소자를 형성한 영역) 을 갖는 제 1 유리 기판을 적층하였다. 제 1 및 제 2 유리 기판은 실시에 13 과 마찬가지로 무알칼리 유리로 이루어지는 것이다. 이어서, 제 2 유리 기판을 통하여 봉착 재료층에 파장 940 nm, 스폿 직경 1.6 mm 의 레이저광 (반도체 레이저) 을 10 mm/s 의 주사 속도로 조사하고, 봉착 재료층을 용융 및 급랭 고화시킴으로써, 제 1 유리 기판과 제 2 유리 기판을 봉착시켰다. 레이저광의 출력은 표 4 에 나타내는 값을 적용하였다. 레이저 가공 온도는 표 4 에 나타내는 바와 같다. 이와 같이 하여, 소자 영역을 유리 패널에 의해 봉지한 전자 디바이스를 후술하는 특성 평가에 제공하였다.



[0099] (비교예 3)

[0100] 표 5에 나타내는 입자 형상을 갖는 인산지르코늄 분말 및 레이저 흡수재를, 표 5에 나타내는 비율로 실시예 13과 동일 조성의 주석-인산계 유리 플릿과 혼합하여 봉착용 유리 재료를 제작하였다. 이어서, 봉착용 유리 재료를 실시예 13과 마찬가지로 비히클과 혼합하여 조제한 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 실시예 13과 동일하게 하여 제 2 유리 기판 상에 봉착 재료층을 형성하였다. 봉착용 유리 재료 내의 저팽창 충전제 및 레이저 흡수재의 표면적, 봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1$ , 유리 기판과의 열팽창 계수의 차 ( $\alpha_1 - \alpha_2$ ), 봉착 재료층의 막두께는 표 5에 나타내는 바와 같다. 비교예 3은 봉착 재료층과 유리 기판의 열팽창 계수의 차 ( $\alpha_1 - \alpha_2$ )가  $15 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  미만이 되도록, 봉착용 유리 재료에 비교적 다량의 저팽창 충전제(인산지르코늄 분말)를 첨가한 것이다.

[0101] 다음으로, 봉착 재료층을 갖는 제 2 유리 기판과 소자 영역(OEL 소자를 형성한 영역)을 갖는 제 1 유리 기판을 적층하였다. 제 1 및 제 2 유리 기판은 실시예 13과 마찬가지로 무알칼리 유리로 이루어지는 것이다. 이어서, 제 2 유리 기판을 통하여 봉착 재료층에 파장 940 nm, 스폿 직경 1.6 mm의 레이저광(반도체 레이저)을 10 mm/s의 주사 속도로 조사하고, 봉착 재료층을 용융 및 급랭 고화시킴으로써, 제 1 유리 기판과 제 2 유리 기판을 봉착시켰다. 레이저광의 출력은 저팽창 충전제의 함유량에 따라 표 5에 나타내는 값을 적용하였다. 레이저 가공 온도는 표 5에 나타내는 바와 같다. 이와 같이 하여 제작한 전자 디바이스를 후술하는 특성 평가에 제공하였다.

[0102] (비교예 4)

[0103] 표 5에 나타내는 입자 형상을 갖는 레이저 흡수재를, 표 5에 나타내는 비율로 실시예 13과 동일 조성의 주석-인산계 유리 플릿과 혼합하여 봉착용 유리 재료를 제작하였다. 여기서는 저팽창 충전제를 사용하고 있지 않다. 이어서, 봉착용 유리 재료를 실시예 13과 마찬가지로 비히클과 혼합하여 조제한 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 실시예 13과 동일하게 하여 제 2 유리 기판 상에 봉착 재료층을 형성하였다. 봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1$ 은  $113 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  이고, 유리 기판의 열팽창 계수  $\alpha_2$  ( $38 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ )와의 차 ( $\alpha_1 - \alpha_2$ )는  $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 이다. 봉착용 유리 재료 내의 레이저 흡수재의 표면적, 봉착 재료층의 막두께는 표 5에 나타내는 바와 같다.

[0104] 다음으로, 봉착 재료층을 갖는 제 2 유리 기판과 소자 영역(OEL 소자를 형성한 영역)을 갖는 제 1 유리 기판을 적층하였다. 제 1 및 제 2 유리 기판은 실시예 13과 마찬가지로 무알칼리 유리로 이루어지는 것이다. 이어서, 제 2 유리 기판을 통하여 봉착 재료층에 파장 940 nm, 스폿 직경 1.6 mm의 레이저광(반도체 레이저)을 10 mm/s의 주사 속도로 조사하고, 봉착 재료층을 용융 및 급랭 고화시킴으로써, 제 1 유리 기판과 제 2 유리 기판을 봉착시켰다. 레이저광의 출력은 표 5에 나타내는 값을 적용하였다. 레이저 가공 온도는 표 5에 나타내는 바와 같다. 이와 같이 하여, 소자 영역을 유리 패널에 의해 봉지한 전자 디바이스를 후술하는 특성 평가에 제공하였다.

[0105] (비교예 5)

[0106] 표 5에 나타내는 입자 형상을 갖는 인산지르코늄 분말 및 레이저 흡수재를, 표 5에 나타내는 비율로 실시예 13과 동일 조성의 주석-인산계 유리 플릿과 혼합하여 봉착용 유리 재료를 제작하였다. 인산지르코늄 분말 및 레이저 흡수재는 막두께 38  $\mu\text{m}$  용으로 조정된 것이다. 이어서, 봉착용 유리 재료를 실시예 13과 마찬가지로 비히클과 혼합하여 조제한 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 실시예 13과 동일하게 하여 제 2 유리 기판 상에 막두께가 38  $\mu\text{m}$ 인 봉착 재료층을 형성하였다.

[0107] 다음으로, 봉착 재료층을 갖는 제 2 유리 기판과 소자 영역(OEL 소자를 형성한 영역)을 갖는 제 1 유리 기판을 적층하였다. 제 1 및 제 2 유리 기판은 실시예 13과 마찬가지로 무알칼리 유리로 이루어지는 것이다. 이어서, 제 2 유리 기판을 통하여 봉착 재료층에 파장 940 nm, 스폿 직경 1.6 mm의 레이저광(반도체 레이저)을 10 mm/s의 주사 속도로 조사하고, 봉착 재료층을 용융 및 급랭 고화시킴으로써, 제 1 유리 기판과 제 2 유리 기판을 봉착시켰다. 레이저광의 출력은 표 5에 나타내는 값을 적용하였다. 레이저 가공 온도는 표 5에 나타내는 바와 같다. 이와 같이 하여 제작한 전자 디바이스를 후술하는 특성 평가에 제공하였다.

[0108] 다음으로, 실시예 1 ? 17 및 비교예 1 ? 5의 유리 패널의 외관에 대하여, 레이저광의 조사 종료 시점에 있어서의 봉착층의 박리, 유리 기판이나 봉착층의 크랙을 평가하였다. 외관은 광학 현미경으로 관찰하여 평가하였

다. 각 유리 패널의 기밀성을 헬륨 리크 테스트를 적용하여 평가하였다. 또한, 각 예의 봉착층의 두께를 이하와 같이 하여 측정하였다. 또, 각 예의 조건에서 봉착시켰을 때의 유리 기관의 변형을 이하와 같이 하여 측정하였다. 이들의 측정·평가 결과를 유리 패널의 제조 조건과 아울러 표 1 내지 표 5에 나타낸다.

[0109] 봉착층의 두께는 이하와 같이 하여 측정하였다. 봉착층으로 시일한 각 예의 유리 패널을 다이싱 머신에 의해 잘라내고, 단면을 주사형 전자 현미경으로 관찰함으로써 봉착층의 두께를 측정하였다.

[0110] 유리 기관의 변형 측정은 이하와 같이 하여 실시하였다. 먼저, 단면을 경면 연마한 무알칼리 유리 기관 (10 × 60 × 0.7 mm) 상에, 각 예에 의한 봉착 재료 페이스트를 스크린 인쇄법에 의해 도포한 후, 뱃치식 건조로에서 120 °C × 10 분의 조건에서 건조시켰다. 이어서, 소성로에서 각 페이스트에 최적인 소성 조건에서 소성함으로써, 선폭 1 mm, 길이 30 mm, 두께 7 μm (비교예 5에 대해서는 두께 38 μm)의 봉착 재료층을 형성하였다. 이와 같은 봉착 재료층이 형성된 유리 기관을 다른 1장의 무알칼리 유리 기관과 적층한 후, 가중 500 g의 조건하에서 파장 940 nm, 스폿 직경 1.6 mm의 레이저광을 10 mm/s의 주사 속도로 조사하여 접착시켰다. 레이저광의 출력은 각 예에 따라 조정하였다.

[0111] 이와 같이 하여, 접착 전의 봉착 재료층의 면적 S1에 대한 봉착 재료층의 접착 면적 (S2; 봉착 재료층의 용융 고화층이 유리 기관에 접착된 면적)의 비 (S2/S1)가 90 ~ 95 %인 샘플을 제작하였다. 각 샘플의 유리 기관의 변형량을 측정하였다. 변형량의 측정은, 복굴절 이미징 시스템을 사용하여 단면에서 각 샘플을 관찰하여, 유리 기관에 생긴 변형 (리타데이션 : nm)을 측정하였다.

표 1

		실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5	
복합 유리	레이저 흡수재	재료	비스무트계 유리				
		함유량 (체적%)	72.7	56.6	64.6	72.7	68.0
	입자형상	재료	Fe-Cr-Mn-Co-O				
		D10 (μm)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
		D50 (μm)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
		D90 (μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
		Dmax (μm)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
		비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
		비중 (g/cm <sup>3</sup> )	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
		봉착용 유리 재료 내의 레이저 흡수재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup> )	1.35	1.17	1.25	1.35	2.55
	함유량 (체적%)	5.3	4.6	4.9	5.3	10.0	
	지평창 충전재	재료	코디에라이트				
		D10 (μm)	1.3	2.1	2.1	2.1	2.1
		D50 (μm)	2.0	2.9	2.9	2.9	2.9
		D90 (μm)	3.0	4.1	4.1	4.1	4.1
		Dmax (μm)	4.6	6.5	6.5	6.5	6.5
		비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	5.8	2.8	2.8	2.8	2.8
		비중 (g/cm <sup>3</sup> )	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
		봉착용 유리 재료 내의 지평창 충전재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup> )	3.45	2.96	2.36	1.68	1.68
	총전재의 합계 함유량 (체적%)	22.0	38.8	31.0	22.0	22.0	
봉착용 유리 재료 내의 총전재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup> )	4.81	4.13	3.61	3.03	4.23		
봉착 재료층의 열팽창 계수 α <sub>1</sub> (×10 <sup>-7</sup> /°C)		73	57	64	73	73	
유리 기판		무알칼리 유리 (90×90×0.7mm/α <sub>2</sub> =38×10 <sup>-7</sup> /°C)					
봉착 재료층의 막두께 (μm)		7	7	7	7	7	
유리 기판과 봉착 재료층의 α 차		35	19	26	35	35	
봉착 공정	레이저 출력 (W)	60	78	69	60	50	
	레이저 주사 속도 (mm/s)	10	10	10	10	10	
	가공 온도 (°C)	623	865	730	606	606	
	봉착층의 두께 (μm)	-	-	6	-	-	
평가 결과	외관	박리	없음	없음	없음	없음	없음
		크랙	없음	없음	없음	없음	없음
	기밀성		있음	있음	있음	있음	있음
	유리 기판의 변형량 (nm)		--	-	35	22	19

[0112]

표 2

		실시예6	실시예7	실시예8	실시예9	실시예10		
페 로 세 라 미 트 재 표	봉착 유리	재료	비스무트계 유리					
		함유량 (체적%)	81.6	56.6	64.1	72.7	81.6	
	레이저 흡수재	재료	F e - C r - M n - C o - O					
		입 자 형 상	D10 (μm)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
			D50 (μm)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
			D90 (μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
			Dmax (μm)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
			비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
			비중 (g/cm <sup>3</sup> )	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
		봉착용 유리 재료 내의 레이저 흡수재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	1.50	1.17	1.25	1.35	1.50	
	함유량 (체적%)	5.9	4.6	4.9	5.3	5.9		
	저팽창 충전재	재료	코디에라이트					
		입 자 형 상	D10 (μm)	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
			D50 (μm)	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
			D90 (μm)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
			Dmax (μm)	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
			비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
			비중 (g/cm <sup>3</sup> )	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
		봉착용 유리 재료 내의 저팽창 충전재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	0.95	2.96	2.36	1.68	0.95	
	함유량 (체적%)	12.5	38.8	31.0	22.0	12.5		
충전재의 합계 함유량 (체적%)	18.4	43.4	35.9	27.3	18.4			
봉착용 유리 재료 내의 저팽창 충전재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	2.46	4.13	3.61	3.03	2.46			
봉착 재료층의 열팽창 계수 $\alpha_1 (\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	85	57	64	73	85			
유리 기판	무알칼리 유리 (90×90×0.7mm / $\alpha_2=38 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ )							
봉착 재료층의 막두께 (μm)	7	15	15	12	14			
유리 기판과 봉착 재료층의 α 차	47	19	26	35	47			
봉착 공정	레이저 출력 (W)	55	45	41	40	50		
	레이저 주사 속도 (mm/s)	10	10	10	10	10		
	가공 온도 (°C)	540	760	606	537	540		
	봉착층의 두께 (μm)	—	—	—	—	—		
평가 결과	외관	박리	없음	없음	없음	없음		
		크랙	없음	없음	없음	없음		
	기밀성	있음	있음	있음	있음	있음		
	유리 기판의 변형량 (nm)	21	—	—	—	—		

[0113]

표 3

		실시에11	실시에12	비교예1	비교예2		
봉착용 유리 재료	봉착 유리	재료	비스무트계 유리				
		함유량 (체적%)	93.3	93.3	49.8	49.8	
	레이저 흡수재	재료	Fe-Cr-Mn-Co-O				
		입자형상	D10 (μm)	0.4	0.4	0.4	0.4
			D50 (μm)	0.9	0.9	0.9	0.9
			D90 (μm)	1.5	1.5	1.5	1.5
			Dmax (μm)	2.8	2.8	2.8	2.8
			비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	5.0	5.0	5.0	5.0
		비중 (g/cm <sup>3</sup> )	5.1	5.1	5.1	5.1	
		봉착용 유리 재료 내의 레이저 흡수재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	1.71	1.71	1.12	1.12	
		함유량 (체적%)	6.7	6.7	4.4	4.4	
		지평창 충전재	재료	-		코디에라이트	
	입자형상		D10 (μm)	-	-	2.1	2.1
			D50 (μm)	-	-	2.9	2.9
			D90 (μm)	-	-	4.1	4.1
			Dmax (μm)	-	-	6.5	6.5
			비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	-	-	2.8	2.8
	비중 (g/cm <sup>3</sup> )		-	-	2.7	2.7	
	봉착용 유리 재료 내의 지평창 충전재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )		-	-	3.49	3.49	
	함유량 (체적%)		0	0	45.8	45.8	
	충전재의 합계 함유량 (체적%)		6.7	6.7	50.2	50.2	
	봉착용 유리 재료 내의 충전재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	1.71	1.71	4.62	4.62		
	봉착 재료층의 열팽창 계수 α <sub>1</sub> (×10 <sup>-7</sup> /°C)		101	101	52	52	
유리 기판		무알칼리 유리 (90×90×0.7mm/α <sub>2</sub> =38×10 <sup>-7</sup> /°C)					
봉착 재료층의 막두께 (μm)		8	15	7	15		
유리 기판과 봉착 재료층의 α 차		63	63	14	14		
봉착 공정	레이저 출력 (W)	55	50	81	62		
	레이저 주사 속도 (mm/s)	10	10	10	10		
	가공 온도 (°C)	540	540	1065	960		
	봉착층의 두께 (μm)	-	-	-	-		
평가 결과	외관	박리	없음	없음	없음	없음	
		크랙	없음	없음	있음	있음	
	기밀성		있음	있음	없음	없음	
	유리 기판의 변형량 (nm)		21	-	-	-	

[0114]

표 4

		실시예13	실시예14	실시예15	실시예16	실시예17		
봉착용 유리 재료	봉착 유리	재료	주석-인산계 유리					
		함유량 (체적%)	65.9	58.5	61.6	64.9	67.2	
	레이저 흡수재	재료	Fe-Cr-Mn-Co-O					
		입자형상	D10 (μm)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
			D50 (μm)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
			D90 (μm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
			Dmax (μm)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
			비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
			비중 (g/cm <sup>3</sup> )	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
		봉착용 유리 재료 내의 레이저 흡수재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	1.22	0.71	0.74	0.74	1.12	
		함유량 (체적%)	4.8	2.8	2.9	2.9	4.4	
		저평창 충전재	재료	인산디지르코늄				
	입자형상		D10 (μm)	0.7	3.3	3.3	3.3	3.3
			D50 (μm)	1.2	3.8	3.8	3.8	3.8
			D90 (μm)	2.3	4.6	4.6	4.6	4.6
			Dmax (μm)	4.6	6.5	6.5	6.5	6.5
			비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	4.2	1.8	1.8	1.8	1.8
			비중 (g/cm <sup>3</sup> )	3.7	3.1	3.1	3.1	3.1
	봉착용 유리 재료 내의 저평창 충전재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )		4.61	2.14	1.96	1.78	1.57	
	함유량 (체적%)	29.3	38.7	35.5	32.3	28.4		
충전재의 합계 함유량 (체적%)	34.1	41.5	38.4	35.1	32.8			
봉착용 유리 재료 내의 충전재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	5.83	2.85	2.70	2.52	2.69			
봉착 재료층의 열팽창 계수 α <sub>1</sub> (×10 <sup>-7</sup> /°C)	59	55	60	67	71			
유리 기판	무알칼리 유리 (90×90×0.7mm/α <sub>2</sub> =38×10 <sup>-7</sup> /°C)							
봉착 재료층의 막두께 (μm)	7	7	7	7	7			
유리 기판과 봉착 재료층의 α 차	21	17	22	29	33			
봉착 공정	레이저 출력 (W)	85	128	125	120	85		
	레이저 주사 속도 (mm/s)	10	10	10	10	10		
	가공 온도 (°C)	890	930	880	800	740		
	봉착층의 두께 (μm)	-	-	-	-	-		
평가 결과	외관	없음	없음	없음	없음	없음		
	크랙	없음	없음	없음	없음	없음		

[0115]

표 5

		비교예 3	비교예 4	비교예 5		
봉착용 유리 재료	봉착유리	재료	주석-인산계 유리			
		함유량 (체적%)	55.3	95.1	47.4	
	레이저 흡수재	입자형상	재료	Fe-Cr-Mn-Co-O		
			D10(μm)	0.4	0.4	1.4
			D50(μm)	0.9	0.9	2.7
			D90(μm)	1.5	1.5	6.1
			Dmax(μm)	2.8	2.8	26.2
			비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	5.0	5.0	1.2
			비중 (g/cm <sup>3</sup> )	5.1	5.1	5.1
			봉착용 유리 재료 내의 레이저 흡수재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup> )	0.71	1.25	0.10
	함유량 (체적%)	2.8	4.9	1.7		
	저팽창 충전재	입자형상	재료	인산디지르코늄		
			D10(μm)	3.3	-	7.3
			D50(μm)	3.8	-	8.8
			D90(μm)	4.6	-	10.7
			Dmax(μm)	6.5	-	15.6
			비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	1.8	-	0.9
			비중 (g/cm <sup>3</sup> )	3.1	-	3.7
			봉착용 유리 재료 내의 저팽창 충전재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup> )	2.31	-	1.65
	함유량 (체적%)	41.9	0	50.9		
충전재의 합계 함유량 (체적%)		44.7	4.9	52.6		
봉착용 유리 재료 내의 충전재의 표면적 (m <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup> )		3.03	1.25	1.75		
봉착 재료층의 열팽창 계수 α <sub>1</sub> (×10 <sup>-7</sup> /°C)		50	113	52		
유리 기판		무알칼리 유리 (90×90×0.7mm / α <sub>2</sub> =38×10 <sup>-7</sup> /°C)				
봉착 재료층의 막두께 (μm)		7	9	38		
유리 기판과 봉착 재료층의 α 차		12	75	14		
봉착 공정	레이저 출력 (W)		135	85	52	
	레이저 주사 속도 (mm/s)		10	10	10	
	가공 온도 (°C)		1000 이상	900	960	
	봉착층의 두께 (μm)		-	-	35	
평가 결과	외관	박리	있음	있음	없음	
		크랙	있음	있음	없음	
	기밀성		없음	없음	있음	
	유리 기판의 변형량 (nm)		-	-	66	

[0116]

[0117]

표 1 내지 표 5로부터 명백한 바와 같이, 실시예 1 ? 17 에 의한 유리 패널은 모두 외관이나 기밀성이 우수하고, 또한 유리 기판의 변형량도 적은 것을 알 수 있다. 유리 기판의 변형량에 대하여, 봉착 재료층의 막두께가 15 μm 이하로 얇은 실시예 3 ? 6 의 변형량은, 봉착 재료층의 막두께를 38 μm 로 두껍게 하고, 레이저 가공 온도를 저하시킨 비교예 5 의 유리 패널의 변형량보다 낮게 되어 있는 것으로부터, 양호한 상태에서 봉착되어 있음이 확인되었다. 한편, 저팽창 충전재의 함유량을 많게 하고, 그에 따라 레이저 가공 온도를 높게 한 비교예 1 ? 3 에서는, 레이저 봉착 공정에서 유리 기판에 발생하는 잔류 응력이 크기 때문에, 유리 기판이나 봉착층에 크랙이 발생하는 것이 확인되었다. 또, 충전재량을 극단적으로 줄인 비교예 4 에서도, 유리 기판이나 봉착층에 크랙이 발생하는 것이 확인되었다.

[0118]

(실시예 18)

[0119]

실시예 4 와 동일한 봉착용 유리 재료를 함유하는 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 실시예 4 와 동일하게 하여 무알칼리 유리로 이루어지는 제 2 유리 기판 (열팽창 계수 α<sub>22</sub> : 38 × 10<sup>-7</sup>/°C) 상에 봉착 재료층을 형성하였다 (봉착 재료층의 열팽창 계수 α<sub>1</sub> : 73 × 10<sup>-7</sup>/°C). 봉착 재료층과 제 2 유리 기판의 열팽창차는 35 × 10<sup>-7</sup>/°C 이다. 다음으로, 소다라임 유리로 이루어지는 제 1 유리 기판 (열팽창 계수 α<sub>21</sub> : 83 × 10<sup>-7</sup>/°C) 을 준비하고, 이것을 상기한 제 2 유리 기판과 적층하였다. 제 1 유리 기판과 봉착 재료층의 열팽창차는 10 × 10<sup>-7</sup>/°C 이다. 이 후, 실시예 4 와 동일 조건에서 레이저광을 조사하여, 제 1 유리 기판과 제 2 유리 기

판을 봉착시켰다. 이와 같이 하여 얻은 유리 패널의 외관과 기밀성을 전술한 방법에 따라 평가하였다. 그 결과를 표 6 에 나타낸다.

[0120] (실시예 19)

[0121] 실시예 4 와 동일한 봉착용 유리 재료를 함유하는 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 소다라임 유리로 이루어지는 제 2 유리 기관 (열팽창 계수  $\alpha_{22} : 83 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 4 와 동일하게 하여 봉착 재료층을 형성하였다 (봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1 : 73 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ). 봉착 재료층과 제 2 유리 기관의 열팽창차는  $10 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이다. 다음으로, 무알칼리 유리로 이루어지는 제 1 유리 기관 (열팽창 계수  $\alpha_{21} : 38 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) 을 준비하고, 이것을 상기한 제 2 유리 기관과 적층하였다. 제 1 유리 기관과 봉착 재료층의 열팽창차는  $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이다. 이 후, 실시예 4 와 동일 조건에서 레이저광을 조사하여, 제 1 유리 기관과 제 2 유리 기관을 봉착시켰다. 이와 같이 하여 얻은 유리 패널의 외관과 기밀성을 전술한 방법에 따라 평가하였다. 그 결과를 표 6 에 나타낸다.

[0122] (실시예 20)

[0123] 실시예 4 와 동일한 봉착용 유리 재료를 함유하는 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 실시예 4 와 동일하게 하여 무알칼리 유리로 이루어지는 제 2 유리 기관 (열팽창 계수  $\alpha_{22} : 38 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) 상에 봉착 재료층을 형성하였다 (봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1 : 73 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ). 봉착 재료층과 제 2 유리 기관의 열팽창차는  $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이다. 다음으로, 제 1 유리 기관으로서 소다라임 유리 기관·PD200 (상품명, 아사히 가라스사 제조 (열팽창 계수  $\alpha_{21} : 83 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) 을 준비하고, 이것을 상기한 제 2 유리 기관과 적층하였다. 제 1 유리 기관과 봉착 재료층의 열팽창차는  $10 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이다. 이 후, 실시예 4 와 동일 조건에서 레이저광을 조사하여, 제 1 유리 기관과 제 2 유리 기관을 봉착시켰다. 이와 같이 하여 얻은 유리 패널의 외관과 기밀성을 전술한 방법에 따라 평가하였다. 그 결과를 표 6 에 나타낸다.

[0124] (실시예 21)

[0125] 실시예 4 와 동일한 봉착용 유리 재료를 함유하는 봉착 재료 페이스트를 사용하고, 제 2 유리 기관으로서 소다라임 유리 기관·PD200 (상품명, 아사히 가라스사 제조 (열팽창 계수  $\alpha_{22} : 83 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ )) 을 사용하는 것 이외에는, 실시예 4 와 동일하게 하여 봉착 재료층을 형성하였다 (봉착 재료층의 열팽창 계수  $\alpha_1 : 73 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ). 봉착 재료층과 제 2 유리 기관의 열팽창차는  $10 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이다. 다음으로, 무알칼리 유리로 이루어지는 제 1 유리 기관 (열팽창 계수  $\alpha_{21} : 38 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) 을 준비하고, 이것을 상기한 제 2 유리 기관과 적층하였다. 제 1 유리 기관과 봉착 재료층의 열팽창차는  $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이다. 이 후, 실시예 4 와 동일 조건에서 레이저광을 조사하여, 제 1 유리 기관과 제 2 유리 기관을 봉착시켰다. 이와 같이 하여 얻은 유리 패널의 외관과 기밀성을 전술한 방법에 따라 평가하였다. 그 결과를 표 6 에 나타낸다.

표 6

[0126]

		실시예 18	실시예 19	실시예 20	실시예 21
봉착용 유리 재료	재료	실시예 4 와 동일 재료			
	봉착 재료층의 열팽창 계수 $\alpha_1$ ( $\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ )	73			



제 2 유리 기판	재료	무알칼리 유리 (90 × 90 × 0.7 mm)	소다라임 유리 (90 × 90 × 2.8 mm)	무알칼리 유리 (90 × 90 × 0.7 mm)	소다라임 유리 PD200 (90 × 90 × 2.8 mm)	
	열팽창 계수 $\alpha_{22}$ ( $\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ )	38	83	38	83	
봉착 재료층과 제 1 유리 기판의 $\alpha$ 차		35	10	35	10	
제 1 유리 기판	재료	소다라임 유리 (90 × 90 × 2.8 mm)	무알칼리 유리 (90 × 90 × 0.7 mm)	소다라임 유리 PD200 (90 × 90 × 2.8 mm)	무알칼리 유리 (90 × 90 × 0.7 mm)	
	열팽창 계수 $\alpha_{21}$ ( $\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ )	83	38	83	38	
봉착 재료층과 제 2 유리 기판의 $\alpha$ 차		10	35	10	35	
평가 결과	외관	박리	없음	없음	없음	없음
		크랙	없음	없음	없음	없음
	기밀성	있음	있음	있음	있음	

[0127] 산업상 이용가능성

[0128] 본 발명의 봉착 재료층이 형성된 유리 부재는, 대향 배치된 2 장의 유리 기판 사이에 표시 소자나 태양 전지 소자가 봉지되어 있는 구조를 갖는 평판형 디스플레이 장치나 태양 전지 패널을 제조하기 위해 사용되는 유리 기판으로서 유용하다. 또, 본 발명의 전자 디바이스는, 상기 구조를 갖는 평판형 디스플레이 장치나 태양 전지 패널이다.

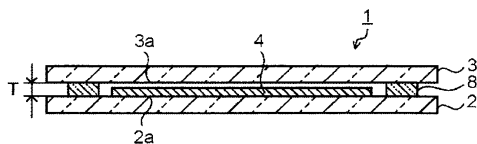
[0129] 또한, 2009년 6월 30일에 출원된 일본 특허출원 제2009-154954호 및 2010년 1월 27일에 출원된 일본 특허출원 제2010-015143호의 명세서, 특허청구의 범위, 도면 및 요약서의 전체 내용을 여기에 인용하고, 본 발명의 명세서의 개시로서 도입하는 것이다.

**부호의 설명**

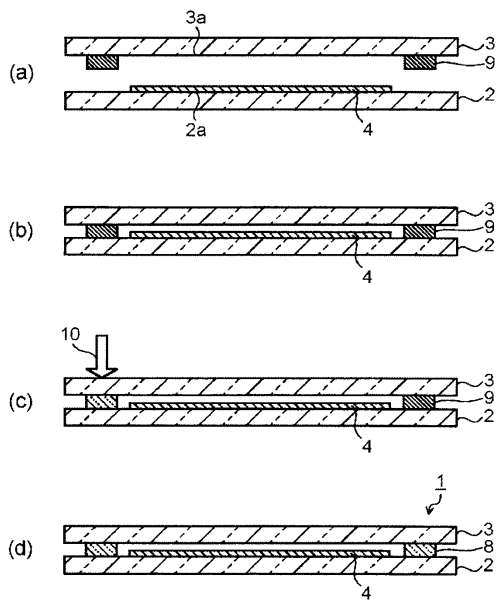
[0130] 1...전자 디바이스, 2...제 1 유리 기판, 2a...표면, 3...제 2 유리 기판, 3a...표면, 4...전자 소자부, 5...소자 영역, 6...제 1 봉지 영역, 7...제 2 봉지 영역, 8...봉착층, 9...봉착 재료층, 10...레이저광.

**도면**

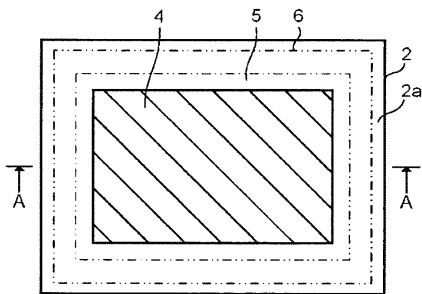
**도면1**



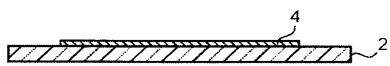
도면2



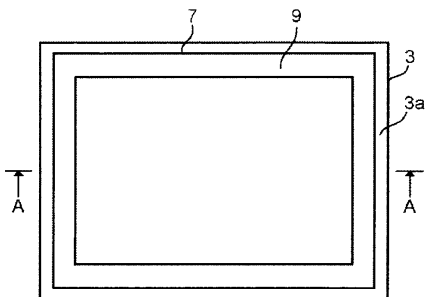
도면3



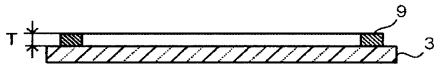
도면4



도면5



도면6



도면7

