



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월17일

(11) 등록번호 10-2468263

(24) 등록일자 2022년11월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 $C03C\ 3/093$ (2006.01) $C03B\ 37/01$ (2006.01)
 $C03C\ 13/04$ (2006.01) $C03C\ 3/087$ (2006.01)
 $D01F\ 9/08$ (2021.01)
- (52) CPC특허분류
 $C03C\ 3/093$ (2013.01)
 $C03B\ 37/01$ (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7003191(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2016년11월01일
 심사청구일자 2021년10월14일
- (85) 번역문제출일자 2020년02월03일
- (65) 공개번호 10-2020-0015824
- (43) 공개일자 2020년02월12일
- (62) 원출원 특허 10-2018-7034215
 원출원일자(국제) 2016년11월01일
 심사청구일자 2018년11월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2016/004785
- (87) 국제공개번호 WO 2017/187471
 국제공개일자 2017년11월02일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2016-089973 2016년04월28일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2010508226 A

- (73) 특허권자
 니혼 이타가라스 가부시카이가이사
 일본국 도쿄도 미나토쿠 미타 3초메 5반 27고
 유니타카 가부시카이가이사
 일본국 오사카시 추오구 큐타로마치 4초메 1반 3고
 유니타카 글라스 파이버 가부시카이가이사
 일본 6110021 교토 우지시 45-2 우지코자쿠라
- (72) 발명자
 이나카 요시유키
 일본국 도쿄도 미나토쿠 미타 3초메 5반 27고 니
 혼 이타가라스 가부시카이가이사 내
 미야자키 다카하루
 일본국 교토 우지시 우지코자쿠라 45-2 유니타카
 글라스 파이버 가부시카이가이사 교토 플랜트 내
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 (유)한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 김준규

(54) 발명의 명칭 유리 조성물, 유리 섬유, 유리 클로스 및 유리 섬유의 제조 방법

(57) 요약

본 개시의 유리 조성물은, 중량%로 표시하여, $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 54$, $25 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30$, $12 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15$, $0.5 \leq \text{MgO} \leq 1.9$, $3.0 \leq \text{CaO} \leq 5.5$, $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.5$, $0.1 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.5$ 및 $0.1 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.3$ 을 포함하고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만이다. 본 개시의 유리 조성물은 저유전율로서, 이 유리 조성물에 의하면, 당해 조성물로 형성하는 유리 섬유의 섬유 직경이 작은 경우 혹은 형성하는 유리 성형체의 두께가 작은 경우에 있어서도, 당해 유리 섬유 또는 유리 성형체에 있어서의 실투의 발생 및 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다.

(52) CPC특허분류

C03C 13/046 (2013.01)

C03C 3/087 (2013.01)

D01F 9/08 (2021.01)

Y02P 40/57 (2020.08)

(72) 발명자

나와 요시토

일본국 교토 우지시 우지코자쿠라 45-2 유니티카
글라스 파이버 가부시키키가이샤 교토 플랜트 내

니시나카 다이스케

일본국 기후켄 후와군 다루이초 2210 유니티카 글
라스 파이버 가부시키키가이샤 다루이 플랜트 내

세키다 도모키

일본국 기후켄 후와군 다루이초 2210 유니티카 글
라스 파이버 가부시키키가이샤 다루이 플랜트 내

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

중량%로 표시하여,

$$50.0 \leq \text{SiO}_2 \leq 53.0$$

$$26.0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 29.0$$

$$14.0 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15.0$$

$$1.40 \leq \text{MgO} \leq 1.90$$

$$4.50 \leq \text{CaO} \leq 5.00$$

$$0 \leq \text{ZnO} \leq 3.50$$

$$0.10 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.30$$

$$0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$$

을 포함하고,

TiO₂를 실질적으로 함유하지 않고,

MgO, CaO 및 ZnO의 함유율의 합계에 대한 CaO의 함유율의 비(중량 기준) $\text{CaO}/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{ZnO})$ 가 0.7~0.8이며,

주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인, 유리 조성물.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

중량%로 표시하여,

$$26.0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 28$$

인, 유리 조성물.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

중량%로 표시하여,

$$1.40 \leq \text{MgO} \leq 1.6$$

인, 유리 조성물.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

중량%로 표시하여,

$$1.40 \leq \text{MgO} \leq 1.5$$

인, 유리 조성물.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

중량%로 표시하여,

$$26.0 \leq B_2O_3 \leq 28$$

$$1.40 \leq MgO \leq 1.5$$

인, 유리 조성물.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

중량%로 표시하여,

$$26.0 \leq B_2O_3 \leq 27$$

$$14.0 \leq Al_2O_3 \leq 15.0$$

인, 유리 조성물.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

중량%로 표시하여,

$$26.0 \leq B_2O_3 \leq 26.6$$

인, 유리 조성물.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

중량%로 표시하여,

$$50.0 \leq SiO_2 \leq 52.5$$

인, 유리 조성물.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

ZnO를 실질적으로 포함하지 않는, 유리 조성물.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

중량%로 표시하여, 실질적으로

$$50.0 \leq SiO_2 \leq 53.0$$

$$26.0 \leq B_2O_3 \leq 29.0$$

$$14.0 \leq Al_2O_3 \leq 15.0$$

$$1.40 \leq MgO \leq 1.90$$

$$4.50 \leq CaO \leq 5.00$$

$$0 \leq ZnO \leq 3.50$$

$$0.10 \leq Li_2O \leq 0.30$$

$$0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$$

$$0 \leq \text{ZrO}_2 \leq 1.00$$

$$0 \leq \text{SO}_2 \leq 1.00$$

$$0 \leq \text{La}_2\text{O}_3 \leq 1.00$$

$$0 \leq \text{WO}_3 \leq 1.00$$

$$0 \leq \text{Nb}_2\text{O}_5 \leq 1.00$$

$$0 \leq \text{Y}_2\text{O}_3 \leq 1.00$$

$$0 \leq \text{MoO}_3 \leq 1.00$$

$$0 \leq \text{SnO}_2 \leq 1.00$$

$$0 \leq \text{As}_2\text{O}_3 \leq 1.00$$

$$0 \leq \text{Sb}_2\text{O}_3 \leq 1.00$$

으로 이루어지는, 유리 조성물.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

중량%로 표시하여, 실질적으로

$$50.0 \leq \text{SiO}_2 \leq 53.0$$

$$26.0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 29.0$$

$$14.0 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15.0$$

$$1.40 \leq \text{MgO} \leq 1.90$$

$$4.50 \leq \text{CaO} \leq 5.00$$

$$0 \leq \text{ZnO} \leq 3.50$$

$$0.10 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.30$$

$$0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$$

으로 이루어지는, 유리 조성물.

청구항 12

청구항 1 내지 청구항 11 중 어느 한 항에 있어서,

유리 섬유용인, 유리 조성물.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

평균 섬유 직경이 3~6 μm 인 유리 섬유용인, 유리 조성물.

청구항 14

청구항 1 내지 청구항 11 중 어느 한 항에 기재된 유리 조성물로 구성되는, 유리 섬유.

청구항 15

청구항 14에 있어서,
평균 섬유 직경이 3~6 μm 인, 유리 섬유.

청구항 16

청구항 14에 있어서,
평균 섬유 직경이 3~4.3 μm 인, 유리 섬유.

청구항 17

청구항 14에 있어서,
강도가 0.4N/tex 이상인, 유리 섬유.

청구항 18

청구항 14에 기재된 유리 섬유로 구성되는, 유리 클로스.

청구항 19

청구항 18에 있어서,
두께가 10~20 μm 인, 유리 클로스.

청구항 20

청구항 1 내지 청구항 11 중 어느 한 항에 기재된 유리 조성물을 1400℃ 이상의 온도에서 용융하는 공정을 포함하고, 평균 섬유 직경이 3~6 μm 인 유리 섬유를 얻는, 유리 섬유의 제조 방법.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 유리 조성물과, 당해 조성물에 의해 구성되는 유리 섬유 및 유리 클로스에 관한 것이다. 또, 본 발명은, 유리 섬유의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자기기가 구비하는 프린트 회로판(printed circuit board)의 1종에, 수지, 유리 섬유, 무기 충전재, 및 경화제 및 개질제와 같은 그 외의 필요한 재료로 구성되는 기판이 있다. 또, 전자 부품이 실장되기 전의 프린트 배선판(printed wiring board)도, 동일한 구성을 가질 수 있다. 이하, 본 명세서에서는, 프린트 회로판 및 프린트 배선판의 양자를 합쳐 「프린트 기판(printed board)」이라 부른다. 이러한 프린트 기판에 있어서 유리 섬유는, 절연체, 내열체 및 당해 기판의 보강재로서 기능한다. 유리 섬유는, 예를 들면, 복수의 유리 섬유를 묶은 유리실(글래스 얀(glass yarn))을 직물로 한 유리 클로스로서, 프린트 기판에 포함될 수 있다. 근년, 전자기기의 소형화의 요구와, 고기능화를 위한 프린트 기판의 고실장화의 요구에 응하기 위해, 프린트 기판의 박형화가 진행되고 있다. 이에 수반해, 프린트 기판에 사용하는 유리 섬유로서, 보다 섬유 직경이 작은 유리 섬유

가 요구되고 있다. 또, 대용량의 데이터를 고속으로 전송 처리하는 요구가 급격하게 높아지고 있는 것 등에 따라, 프린트 기관에 사용하는 유리 섬유에는 저유전율화가 요구되고 있는 상황에 있다.

[0003] 프린트 기관에 사용되는 무기 충전제에도 유리가 이용되는 경우가 있다. 전형적인 예는, 플레이크형상 유리이다. 플레이크형상 유리와 같은 유리 성형체를 프린트 기관의 무기 충전제에 사용하는 경우, 당해 성형체에는, 프린트 기관에 이용되는 유리 섬유와 동일한 특성, 예를 들면, 저유전율화가 요구된다. 또, 프린트 기관의 박형화에 대응하기 위해서는, 보다 박육화된, 두께가 작은 유리 성형체로 해야 한다.

[0004] 저유전율의 유리 조성물로 구성되는 유리 섬유가, 예를 들면, 특허 문헌 1~3에 개시되어 있다. 특허 문헌 2에는, 당해 문헌의 유리 조성물이 MgO를 실질적으로 포함하지 않고, Li₂O, Na₂O 및 K₂O를 실질적으로 포함하지 않고, TiO₂를 실질적으로 포함하지 않는 것이 기재되어 있다(특허 청구범위, 단락 0008).

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본국 특허 공개 소62-226839호 공보
(특허문헌 0002) 일본국 특허 공표 2010-508226호 공보
(특허문헌 0003) 일본국 특허 공개 2009-286686호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 종래의 저유전율 유리 조성물에서는, 유리 섬유로 방사할 때에, 반드시 실투의 발생을 충분히 억제할 수 없다. 특히, 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 방사할 때, 및 유리 조성물을 한번 마블 혹은 봉형상과 같은 성형체로 성형하고, 당해 성형체를 재용융하여 유리 섬유를 방사할(전형적인 예로서, 마블멜팅법에 의해 유리 섬유를 제조할) 때에, 이 경향이 강해진다. 본 발명자들의 검토에 의하면, 특허 문헌 1에 개시되어 있는 섬유 직경이 비교적 큰 유리 섬유(섬유 직경이 8~13 μ m)의 방사에서는 유리 섬유의 강도 및 방사 시의 실 끊어짐에 영향을 주지 않는 미소한 결정(실투(失透))이, 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 방사할 때에 크게 영향을 미치는 것이 판명되었다. 또, 이 경향에 대해서, 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 방사하고자 하는 경우에는 용융 유리의 인출량을 작게 해야 하는, 즉 유리 조성물을 실투 온도역에 장시간 체류시켜야 하는 것이 원인 중 하나이며, 재용융하여 방사할 때에는 재용융 시에 유리 조성물이 반드시 실투 온도역을 통과하는 것이 원인 중 하나라고 생각된다. 또한, 인출량의 감소에 대해서, 보다 구체적으로, 평균 섬유 직경 9 μ m의 유리 섬유를 방사할 때의 인출량에 대한 평균 섬유 직경 3 μ m의 유리 섬유를 방사할 때의 인출량의 비는, $3^2/9^2$ 로 매우 커진다.

[0007] 이와 더불어, 유리 섬유, 특히 프린트 기관에 사용하는 유리 섬유로의 거품의 혼입은 가능한 한 억제하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 실투(실투부) 및/또는 거품을 포함하는 유리 섬유는, 실 끊어짐을 일으키기 쉽다. 실 끊어짐은 유리 섬유의 제조성을 저하시킨다. 또, 가령 유리 섬유로 할 수 있었던 경우에 있어서도, 섬유 중에 실투 및/또는 거품이 많이 잔류하고 있으면, 당해 섬유의 사용 시, 예를 들면 프린트 기관으로의 사용 시에 충분한 특성을 얻을 수 없게 된다. 보다 구체적인 예로서, 거품을 포함하는 유리 섬유가 홀로 파이버(hollow fiber)로서 프린트 기관에 사용된 경우, 스루홀 형성에 이용하는 금속이 섬유 내에 침입하여 도통 불량이 되어, 프린트 기관의 신뢰성을 현저하게 저하시킨다. 유리 섬유, 특히 프린트 기관에 사용하는 유리 섬유로의 실투의 발생 및 거품의 혼입은 가능한 한 피해야 한다.

[0008] 박육화된 두께가 작은 유리 성형체, 예를 들면 플레이크형상 유리에 대해서도 유리 섬유와 동일하며, 특히 프린트 기관에 사용하는 유리 성형체로의 실투의 발생 및 거품의 혼입은 가능한 한 피해야 한다. 구체적으로, 플레이크형상 유리는, 예를 들면 국제 공개 제2012/026127호에 개시되는 블로법에 의해 제조된다. 블로법에서는, 용융 유리로부터 유리의 풍선을 형성하고, 형성한 풍선을 파쇄함으로써 플레이크형상 유리를 제조한다. 비교적 두께가 큰 풍선의 형성에 있어서 문제가 되지 않았던 미소한 결정(실투)이, 두께가 작은 풍선의 형성에 크게 영향을 미쳐, 플레이크형상 유리를 제조할 수 없는 풍선의 깨어짐으로 연결된다. 두께가 작은 풍선의 형성에 있어서 용융 유리의 인출량이 작아져, 실투가 발생하기 쉬워지는 것, 및 재용융에 의해 풍선을 형성할 때에 실투

가 발생하기 쉬운 것은, 섬유 직경이 작은 유리 섬유의 방사와 동일하다. 또, 용융 유리에 거품이 혼입되어 있으면 플레이크형상 유리를 제조할 수 없는 풍선의 깨어짐으로 연결된다. 그리고, 만일 플레이크형상 유리로 할 수 있었던 경우에 있어서도, 당해 유리 중에 실투 및/또는 거품이 많이 잔류하고 있으면, 당해 유리의 사용 시, 예를 들면, 프린트 기관으로의 사용 시에 충분한 특성을 얻을 수 없게 된다.

[0009] 본 발명의 목적의 하나는, 저유전율의 유리 조성물로서, 형성하는 유리 섬유의 섬유 직경이 작은 경우 혹은 형성하는 유리 성형체의 두께가 작은 경우에 있어서도, 당해 유리 섬유 또는 유리 성형체에 있어서의 실투의 발생 및 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있는 유리 조성물의 제공이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 유리 조성물은, 중량%로 표시하여, $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 54$, $25 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30$, $12 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15$, $0.5 \leq \text{MgO} \leq 1.9$, $3.0 \leq \text{CaO} \leq 5.5$, $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.5$, $0.1 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.5$, 및 $0.1 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.3$ 을 포함하고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물이다.

[0011] 본 발명의 유리 섬유는, 상기 본 발명의 유리 조성물로 구성된다.

[0012] 본 발명의 유리 클로스는, 상기 본 발명의 유리 섬유로 구성된다.

[0013] 본 발명의 유리 섬유의 제조 방법은, 상기 본 발명의 유리 조성물을 1400℃ 이상의 온도로 용융하는 공정을 포함하고, 평균 섬유 직경이 3~6 μm인 유리 섬유를 얻는 방법이다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 의하면, 저유전율의 유리 조성물로서, 형성하는 유리 섬유의 섬유 직경이 작은 경우 혹은 형성하는 유리 성형체의 두께가 작은 경우에 있어서도, 당해 유리 섬유 또는 유리 성형체에 있어서의 실투의 발생 및 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있는 유리 조성물이 달성된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] [유리 조성물]

[0016] 본 발명의 유리 조성물은, 중량%로 표시하여,

[0017] $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 54$

[0018] $25 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30$

[0019] $12 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15$

[0020] $0.5 \leq \text{MgO} \leq 1.9$

[0021] $3.0 \leq \text{CaO} \leq 5.5$

[0022] $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.5$

[0023] $0.1 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.5$

[0024] $0.1 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.3$

[0025] 을 포함하고,

[0026] 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물이다.

[0027] 또한, 「유전율」이란, 진공의 유전율과의 비인 비유전율을 정확하게는 의미하지만, 본 명세서에서는 관용에 따라, 단순히 「유전율」이라고 표기한다. 본 명세서에 있어서의 유전율은, 실온(25℃)에서의 값이다.

[0028] 본 발명의 유리 조성물에 대해서, 조성의 한정 이유를 설명한다. 이하의 기술에 있어서, 조성을 나타내는 「%」표시는, 모두 중량%이다. 또한, 유리 섬유를 예에 이용하여 설명하는데, 플레이크형상 유리라고 하는 유리 성형체에 대해서도 동일하다. 예를 들면, 「섬유 직경이 작은 유리」는, 「두께가 작은 유리 성형체」 또는 보다 구체적으로 「두께가 작은 플레이크형상 유리」에 대응한다.

[0029] (SiO_2)

[0030] SiO_2 는, 유리의 망목구조(網目構造)를 형성하는 필수 성분이다. SiO_2 는 유전율을 낮추는 작용을 갖고, SiO_2 의 함유율이 50% 미만에서는, 유리 조성물의 주파수 1MHz에 있어서의 유전율을 5.0 미만으로 하는 것이 곤란해진다. 한편, 당해 함유율이 54%를 넘으면, 용융 시의 점성이 높아짐으로써, 유리 섬유를 제조할 때에 균질의 유리 조성물로 하는 것이 곤란해지고, 특히 다이렉트 멜팅법에 있어서 이 경향이 강해진다. 실투의 발생 및 거품의 혼입과 더불어 유리 조성물의 균질성이 낮은 것도, 유리 섬유, 특히 섬유 직경 작은 유리 섬유의 실 끊어짐을 유발하고, 낮은 균질성은, 유리 섬유로서 충분한 특성이 얻어지지 않게 되는 것에 연결된다. 용융 시의 낮은 균질성은, 용융 유리의 조성이 부분적으로 실투하기 쉬운 조성이 되거나, 점성이 높고, 탈포성이 낮은 조성이 되거나 하는 것으로도 연결된다. 또, 당해 함유율이 54%를 넘으면, 용융 시의 점성이 높아짐으로써 용융 유리의 탈포성(기포 빠짐성)이 저하하고, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입의 억제가 불충분해져, 특히 섬유 직경이 작은 유리 섬유의 실 끊어짐이 유발된다. 따라서, SiO_2 의 함유율을, 50% 이상 54% 이하로 한다.

[0031] (B_2O_3)

[0032] B_2O_3 은, 유리의 망목구조를 형성하는 필수 성분이다. B_2O_3 은 유전율을 낮추는 작용을 가짐과 더불어, 용융 시의 유리 조성물의 점성을 낮추고, 탈포성(기포 빠짐성)을 향상시켜, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입을 억제하는 작용을 갖는다. 한편, 유리 조성물의 용융 시에 B_2O_3 은 휘발하는 경우가 있기 때문에, B_2O_3 의 함유율이 과도하게 높아지면, 유리 섬유를 제조할 때에 균질의 유리 조성물로 하는 것이 곤란해진다. B_2O_3 의 함유율이 25% 미만에서는, 주파수 1MHz에 있어서의 유리 조성물의 유전율을 5.0 미만으로 하는 것이 곤란해지고, 이와 더불어, 용융 시의 유리 조성물의 점성이 높아짐으로써, 유리 조성물로서 충분한 균질성이 얻어지지 않음과 더불어, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입의 억제가 불충분해진다. 한편, 당해 함유율이 30%를 넘으면, 유리 조성물의 용융 시에 B_2O_3 이 휘발 하는 경우가 있고, 이 경우, 유리 조성물로서 충분한 균질성이 얻어지지 않는다. B_2O_3 이 휘발한 영역에서는, 상대적으로 SiO_2 및 Al_2O_3 의 함유율이 증가하게 되고, 그 중에서도 Al_2O_3 의 함유율이 현저하게 증가한 영역에서는, 실투가 발생하기 쉬워진다. 또, 당해 함유율이 30%를 넘으면, 유리 조성물이 분상(分相)되기 쉬워져, 유리 조성물로서의 화학적 내구성이 저하한다. 프린트 기관에 유리 섬유를 사용하는 경우, 특히 유리 섬유의 섬유 직경이 작을 때에는, 높은 화학적 내구성을 유리 섬유가 갖는 것이 바람직하다. B_2O_3 의 함유율의 상한은, 이들 관점으로부터, 29.5% 이하가 바람직하고, 29% 이하가 보다 바람직하고, 28.5% 이하가 더욱 바람직하고, 28% 이하가 특히 바람직하다. 즉, B_2O_3 의 함유율은, 25% 이상 29.5% 이하일 수 있고, 25% 이상 29% 이하일 수 있고, 25% 이상 28.5% 이하일 수 있고, 25% 이상 28% 이하일 수 있다. 다른 성분과의 함유율의 밸런스에 따라서는, B_2O_3 의 함유율의 하한이 25% 이상일 수 있고, 25%를 넘는 것이 있을 수 있다.

[0033] (Al_2O_3)

[0034] Al_2O_3 은, 유리의 망목구조를 형성하는 필수 성분이다. Al_2O_3 은, 유리 조성물의 화학적 내구성을 높이는 작용을 갖는 한편, 용융 시의 유리 조성물의 점성을 높임과 더불어, 방사할 때에 유리 조성물의 실투를 일어나기 쉽게 한다. Al_2O_3 의 함유율이 12% 미만에서는, 유리 조성물의 화학적 내구성이 저하한다. 또, 당해 함유율이 12% 미만에서는, 다른 망목성분(網目成分)인 SiO_2 및 B_2O_3 의 함유율의 증가, 특히 SiO_2 의 함유율이 증가하지 않을 수 없게 되어, 용융 시의 유리 조성물의 점성이 높아짐으로써, 유리 조성물로서 충분한 균질성을 얻을 수 없음과 더불어, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입의 억제가 불충분해진다. 한편, 당해 함유율이 15%를 넘으면, 다른 망목성분인 SiO_2 및 B_2O_3 의 함유율이 저하함으로써 유리 조성물의 유전율이 상승하고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율을 5.0 미만으로 하는 것이 곤란해진다. 또, 당해 함유율이 15%를 넘으면, 용융 시에 있어서의 유리 조성물의 점성이 높아져, 유리 조성물로서 충분한 균질성이 얻어지지 않게 됨과 더불어, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입의 억제가 불충분해진다. 그리고 또한, 유리 조성물의 실투가 발생하기 쉬워진다.

[0035] (MgO)

[0036] MgO 는, 유리 원료의 용융성을 향상시킴과 더불어, 용융 시의 유리 조성물의 점성을 낮추는 작용을 갖는 필수 성

분이다. 한편, MgO는, 유리 조성물의 유전율을 상승시킨다. MgO의 함유율이 0.5% 미만에서는, 용융 시의 유리 조성물의 점성이 높아짐으로써, 유리 조성물로서 충분한 균질성이 얻어지지 않음과 더불어, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입의 억제가 불충분해진다. 한편, 당해 함유율이 1.9%를 넘으면, 유리 조성물의 유전율이 상승하고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율을 5.0 미만으로 하는 것이 곤란해진다. MgO의 함유율의 상한은, 이들 관점에서, 1.8% 이하가 바람직하고, 1.7% 이하가 보다 바람직하고, 1.6% 이하가 더욱 바람직하고, 1.5% 이하가 특히 바람직하다. 즉, MgO의 함유율은, 0.5% 이상 1.8% 이하일 수 있고, 0.5% 이상 1.7% 이하일 수 있고, 0.5% 이상 1.6% 이하일 수 있고, 0.5% 이상 1.5% 이하일 수 있다. 다른 성분과의 밸런스에 따라서는, MgO의 함유율의 하한이 1.5% 이상일 수 있고, 1.5%를 넘는 것이 있을 수 있다.

[0037] (CaO)

[0038] CaO는, MgO 및 ZnO와 동일하게, 유리 원료의 용융성을 향상시키고 더불어, 용융 시의 유리 조성물의 점성을 낮추는 작용을 갖는 필수 성분이다. CaO의 이 작용은, MgO 및 ZnO보다 크다. 한편, CaO는, 유리 조성물의 유전율을 상승시킨다. CaO의 함유율이 3.0% 미만에서는, 용융 시의 유리 조성물의 점성이 높아짐으로써, 유리 조성물로서 충분한 균질성이 얻어지지 않음과 더불어, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입의 억제가 불충분해진다. 또, 당해 함유율이 3.0% 미만에서는, 유리 조성물이 분상되기 쉬워진다. 한편, 당해 함유율이 5.5%를 넘으면, 유리 조성물의 유전율이 상승하고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율을 5.0 미만으로 하는 것이 곤란해진다. 단, CaO는, MgO 및 ZnO에 비해, 유리 조성물의 유전정점을 증가시키는 정도가 작다.

[0039] (ZnO)

[0040] ZnO는, 유리 원료의 용융성을 향상시키고 더불어, 용융 시의 유리 조성물의 점성을 낮추는 작용을 갖는 임의 성분이다. 한편, ZnO는, 유리 조성물의 유전율을 상승시킨다. ZnO의 함유율이 3.5%를 넘으면, 유리 조성물의 유전율이 상승해, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율을 5.0 미만으로 하는 것이 곤란해진다. ZnO의 함유율의 하한은 1.5%가 바람직하고, 이 경우, 용융 시의 유리 조성물의 점성의 상승이 억제되어, 유리 조성물로서의 균질성이 향상됨과 더불어, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입이 보다 억제된다. 다른 성분과의 밸런스에 따라서는, ZnO의 함유율의 상한이 1.5% 이하일 수 있고, 1.5% 미만, 또 1.0% 이하일 수 있다. ZnO를 실질적으로 함유하지 않는 유리 조성물일 수도 있다.

[0041] (CaO/(MgO+CaO+ZnO))

[0042] MgO, CaO 및 ZnO에 대해서, 이들 성분의 함유율의 합계(MgO+CaO+ZnO)에 대한 CaO의 함유율의 비 CaO/(MgO+CaO+ZnO)는, 바람직하게는 0.31~0.63이며, 보다 바람직하게는 0.50~0.63이다. CaO의 함유율의 비를 높이려고 하면 유리 조성물의 유전율은 상승하는데, 이들 범위에 있어서, 유리 조성물의 유전율의 상승이 보다 억제된다.

[0043] (Li₂O)

[0044] Li₂O는, 유리 원료의 용융성을 향상시키고 더불어, 용융 시의 유리 조성물의 점성을 낮추는 작용을 갖는 필수 성분이다. 한편, Li₂O는, 유리 조성물의 유전율 및 유전정점을 상승시킨다. Li₂O의 함유율이 0.1% 미만에서는, 용융 시의 유리 조성물의 점성이 높아짐으로써, 유리 조성물로서 충분한 균질성이 얻어지지 않음과 더불어, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입의 억제가 불충분해진다. 한편, 당해 함유율이 0.5%를 넘으면, 유리 조성물의 유전율이 상승하고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율을 5.0 미만으로 하는 것이 곤란해진다.

[0045] (Na₂O)

[0046] Na₂O는, Li₂O와 동일하게, 유리 원료의 용융성을 향상시키고 더불어, 용융 시의 유리 조성물의 점성을 낮추는 작용을 갖는 필수 성분이다. 한편, Na₂O는, 유리 조성물의 유전율 및 유전정점을 상승시킨다. Na₂O의 함유율이 0.1% 미만에서는, 용융 시의 유리 조성물의 점성이 높아짐으로써, 유리 조성물로서 충분한 균질성이 얻어지지 않음과 더불어, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입의 억제가 불충분해진다. 한편, 당해 함유율이 0.3%를 넘으면, 유리 조성물의 유전율이 상승해, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율을 5.0 미만으로 하는 것이 곤란해진다.

[0047] (망목성분의 밸런스)

[0048] 본 발명의 유리 조성물에서는, 상술한 각 성분의 함유율의 밸런스에 의해, 저유전율의 유리 조성물로서, 형성하

는 유리 섬유의 섬유 직경이 작은 경우 혹은 형성하는 유리 성형체의 두께가 작은 경우에 있어서도, 당해 유리 섬유 또는 유리 성형체에 있어서의 실투의 발생 및 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다. 이 중, 망목성분인 SiO_2 , B_2O_3 및 Al_2O_3 에 대해서, 중량%로 표시하여 $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 54$, $25 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30$, 및 $12 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15$ 인, 함유율의 밸런스가 도모되고 있다.

[0049] 망목성분의 밸런스에 관해, 어느 하나의 형태에서는, B_2O_3 및 Al_2O_3 의 함유율에 대해서 중량%로 표시하여, $25 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 27$, 및 $14 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15$ 인 것이 보다 바람직하다. 이 경우, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다.

[0050] 망목성분의 밸런스에 관해, 어느 하나의 형태에서는, B_2O_3 의 함유율에 대해서 중량%로 표시하여, $25 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 26.6$ 인 것이 보다 바람직하다. 또, 이 때, Al_2O_3 의 함유율에 대해서 중량%로 표시하여, $14 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15$ 인 것이 더욱 바람직하다. 이 경우, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다.

[0051] 망목성분의 밸런스에 관해, 어느 하나의 형태에서는, SiO_2 의 함유율에 대해서 중량%로 표시하여, $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 52.5$ 인 것이 보다 바람직하다. 이 때, B_2O_3 및/또는 Al_2O_3 의 함유율이 상기 바람직한 범위에 있는 것이 더욱 바람직하다. 이 경우, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다.

[0052] (수식 성분의 밸런스)

[0053] 본 발명의 유리 조성물에서는, 상술한 바람직한 범위를 포함시켜 망목성분의 함유율에 관한 상기 밸런스를 확보한 후에, 또한 망목성분 이외의 수식 성분인 MgO , CaO , ZnO , Li_2O 및 Na_2O 에 대해서, 중량%로 표시하여, $0.5 \leq \text{MgO} \leq 1.9$, $3.0 \leq \text{CaO} \leq 5.5$, $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.5$, $0.1 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.5$, 및 $0.1 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.3$ 의 함유율의 밸런스가 도모되고 있다.

[0054] 수식 성분의 밸런스에 관해, 어느 하나의 형태에서는, MgO 의 함유율에 대해서 중량%로 표시하여, $0.5 \leq \text{MgO} \leq 1.3$ 인 것이 보다 바람직하고, $0.5 \leq \text{MgO} \leq 1.0$ 인 것이 더욱 바람직하다. 이 경우, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다.

[0055] 수식 성분의 밸런스에 관해, 어느 하나의 형태에서는, MgO 의 함유율을 한정하는 것 이외에도, MgO 와 더불어 Li_2O 및 Na_2O 의 함유율에 대해서 중량%로 표시하여, $1.2 \leq \text{MgO} \leq 1.5$, 및 $0.4 \leq \text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} \leq 0.8$ 인 것이 보다 바람직하다. 이 경우에도, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다.

[0056] 수식 성분의 밸런스에 관해, ZnO 에 주목해도 되고, 어느 하나의 형태에서는, ZnO 의 함유율에 대해서 중량%로 표시하여, $1.5 \leq \text{ZnO} \leq 3.5$ 인 것이 보다 바람직하다. 이 경우에도, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다.

[0057] ZnO 를 실질적으로 포함하지 않는 유리 조성물로 한 경우에도, 형성한 유리 섬유에 있어서의 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다. 구체적으로, 어느 하나의 형태에서는, ZnO 를 실질적으로 포함하지 않고, MgO 의 함유율에 대해서 중량%로 표시하여, $1.2 \leq \text{MgO} \leq 1.9$ 인, 보다 바람직하게는 $1.2 \leq \text{MgO} \leq 1.5$ 이고, 더욱 바람직하게는 $1.3 \leq \text{MgO} \leq 1.5$ 인 유리 조성물일 수 있다. 이 때, MgO 및 CaO 의 함유율의 합계가 5.5% 이상인 것이 더욱 바람직하다.

[0058] 본 발명의 유리 조성물은, 본 발명의 효과가 얻어지는 한, 또한 하기의 성분을 포함할 수 있다.

[0059] (그 외의 성분)

[0060] 본 발명의 유리 조성물은, 그 외의 성분으로서, ZrO_2 , Fe_2O_3 , SO_2 , La_2O_3 , WO_3 , Nb_2O_5 , Y_2O_3 및 MoO_3 으로 선택되는 적어도 1종을, 각각 0% 이상 1% 이하의 함유율로 포함할 수 있다.

[0061] 본 발명의 유리 조성물은, 첨가물로서, SnO_2 , As_2O_3 및 Sb_2O_3 으로부터 선택되는 적어도 1종을, 각각 0% 이상 1% 이하의 함유율로 포함하고 있어도 된다.

[0062] 본 발명의 유리 조성물은, 그 외의 성분으로서, Cr_2O_3 , H_2O , OH , H_2 , CO_2 , CO , He , Ne , Ar 및 N_2 를, 각각 0% 이상 0.1% 이하의 함유율로 포함할 수 있다.

[0063] 본 발명의 유리 조성물은, 미량의 귀금속 원소를 함유하고 있어도 된다. 예를 들면, Pt , Rh , Os 등의 귀금속 원소를, 각각 0% 이상 0.1% 이하의 함유율로 포함할 수 있다.

- [0064] 본 발명의 유리 조성물은, 상술한 각 성분으로부터 실질적으로 이루어져도 된다. 그 경우, 유리 조성물이 포함하는 각 성분의 함유율, 및 각 성분의 함유율간의 밸런스는, 바람직한 범위를 포함하고, 상술한 수치 범위를 취할 수 있다. 또한, 본 명세서에 있어서 「실질적으로 이루어진다」라는 것은, 함유율로 하여 0.1% 미만의 불순물, 예를 들면 유리 원료, 유리 조성물의 제조 장치, 및 유리 조성물의 성형 장치 등에 유래하는 불순물의 함유를 허용하는 취지이다.
- [0065] 이러한 유리 조성물의 일례는, 중량%로 표시하여, 실질적으로, $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 54$, $25 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30$, $12 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15$, $0.5 \leq \text{MgO} \leq 1.9$, $3.0 \leq \text{CaO} \leq 5.5$, $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.5$, $0.1 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.5$, 및 $0.1 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.3$ 으로 이루어지고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물이다.
- [0066] 또, 다른 예로서, 중량%로 표시하여, 실질적으로, $50.0 \leq \text{SiO}_2 \leq 54.0$, $25.0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30.0$, $12.0 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15.0$, $0.50 \leq \text{MgO} \leq 1.90$, $3.00 \leq \text{CaO} \leq 5.50$, $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.50$, $0.10 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.50$, 및 $0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$ 으로 이루어지고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물일 수 있다.
- [0067] 또, 다른 예로서, 중량%로 표시하여, 실질적으로, $50.0 \leq \text{SiO}_2 \leq 54.0$, $25.0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 28.0$, $12.0 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15.0$, $0.50 \leq \text{MgO} \leq 1.50$, $3.00 \leq \text{CaO} \leq 5.50$, $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.50$, $0.10 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.50$, 및 $0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$ 으로 이루어지고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물일 수 있다.
- [0068] 또, 다른 예로서, 중량%로 표시하여, 실질적으로, $50.0 \leq \text{SiO}_2 \leq 54.0$, $28.1 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30.0$, $12.0 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15.0$, $0.50 \leq \text{MgO} \leq 1.90$, $3.00 \leq \text{CaO} \leq 5.50$, $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.50$, $0.10 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.50$, 및 $0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$ 으로 이루어지고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물일 수 있다.
- [0069] 또, 다른 예로서, 중량%로 표시하여, 실질적으로, $50.0 \leq \text{SiO}_2 \leq 54.0$, $25.0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30.0$, $12.0 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15.0$, $1.51 \leq \text{MgO} \leq 1.90$, $3.00 \leq \text{CaO} \leq 5.50$, $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.50$, $0.10 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.50$, 및 $0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$ 으로 이루어지고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물일 수 있다.
- [0070] 또, 다른 예로서, 중량%로 표시하여, 실질적으로, $50.0 \leq \text{SiO}_2 \leq 54.0$, $28.1 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30.0$, $12.0 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15.0$, $1.51 \leq \text{MgO} \leq 1.90$, $3.00 \leq \text{CaO} \leq 5.50$, $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.50$, $0.10 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.50$, 및 $0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$ 으로 이루어지고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물일 수 있다.
- [0071] 또, 다른 예로서, 중량%로 표시하여, 실질적으로, $50.0 \leq \text{SiO}_2 \leq 54.0$, $26.0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30.0$, $12.0 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15.0$, $1.20 \leq \text{MgO} \leq 1.90$, $3.50 \leq \text{CaO} \leq 5.00$, $0 \leq \text{ZnO} \leq 3.50$, $0.10 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.50$, 및 $0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$ 으로 이루어지고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물일 수 있다.
- [0072] 또, 다른 예로서, 중량%로 표시하여, 실질적으로, $50.0 \leq \text{SiO}_2 \leq 53.0$, $26.0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 29.0$, $14.0 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15.0$, $1.40 \leq \text{MgO} \leq 1.90$, $4.50 \leq \text{CaO} \leq 5.00$, $0.10 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.30$, 및 $0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$ 으로 이루어지고, 비 $(\text{CaO}/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{ZnO}))$ 가 0.7~0.8이며, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물일 수 있다.
- [0073] 또, 다른 예로서, 중량%로 표시하여, 실질적으로, $50.0 \leq \text{SiO}_2 \leq 52.0$, $27.0 \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 29.0$, $14.0 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 15.0$, $1.40 \leq \text{MgO} \leq 1.60$, $4.60 \leq \text{CaO} \leq 5.00$, $0.10 \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 0.30$, 및 $0.10 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$ 으로 이루어지고, 비 $(\text{CaO}/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{ZnO}))$ 가 0.70~0.80이며, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.0 미만인 유리 조성물일 수 있다.
- [0074] 본 발명의 유리 조성물은, F_2 를 실질적으로 포함하지 않는 조성물일 수 있다. 특허 문헌 2(일본국 특허 공표 2010-508226호공보)의 유리 조성물에서는, 실질적으로 2%까지의 F_2 를 포함시킴으로써, 유리 조성물의 용융성을 향상시키고, 용융 시의 점성을 저하시켜, 용융 중에 발생하는 거품 및 스크(scum)의 양을 저감시키는 것이 시도되고 있다. 한편, 본 발명의 유리 조성물에서는, F_2 를 실질적으로 포함하지 않는 조성물이며, 상술한 각 성분의 함유율의 밸런스에 의해서, 저유전율의 유리 조성물로서, 형성하는 유리 섬유의 섬유 직경이 작은 경우 혹은 형성하는 유리 성형체의 두께가 작은 경우에 있어서도, 당해 유리 섬유 또는 유리 성형체에 있어서의 실투의 발생 및 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다.
- [0075] 본 발명의 유리 조성물은, SrO 및/또는 BaO 를 실질적으로 포함하지 않는 조성물일 수 있다. 특허 문헌 3(일본

국 특허 공개 2009-286686호 공보)의 유리 조성물은, 용융 시의 유리 조성물의 점성을 저하시키는 것을 목적으로 하여, SrO 및 BaO를 포함한다. 한편, 본 발명의 유리 조성물에서는, SrO 및/또는 BaO를 실질적으로 포함하지 않는 조성물이면서, 상술한 각 성분의 함유율의 밸런스에 의해서, 저유전율의 유리 조성물로서, 형성하는 유리 섬유의 섬유 직경이 작은 경우 혹은 형성하는 유리 성형체의 두께가 작은 경우에 있어서도, 당해 유리 섬유 또는 유리 성형체에 있어서의 실투의 발생 및 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있다.

[0076] 또한, 종래의 유리 조성물에 있어서 F_2 , SrO 및 BaO는, 유리 조성물의 용융성 및 탈포성을 향상시키는 한편 그 유전율을 증대시키는 작용이 강한 알칼리 금속 산화물 및 MgO 및 CaO의 함유를 가능한 한 피하는 것을 목적으로 하여, 첨가되어 있었다고 생각된다. 그러나, F_2 , SrO 및 BaO는 유해물로서 알려져 있으며, 유리 조성물에 있어서의 함유를 가능한 한 피하는 것이 요망되는 관점에서, F_2 , SrO 및 BaO를 실질적으로 포함하지 않는다고 할 수 있는 본 발명의 유리 조성물은 유리하다. 예를 들면, F_2 를 비롯한 유해물을 유리 조성물이 포함하는 경우, 당해 조성물로 구성되는 유리 섬유를 재이용할 때, 또는 폐기할 때에는, 유해물이 주변 환경에 유출되지 않도록 특별한 주의가 필요하다. 또, 유리 섬유를 제조할 때에도, 유해물이 환경에 배출되지 않도록 고가의 회수 설비를 설치하지 않을 수 없다.

[0077] 본 명세서에 있어서 「실질적으로 포함하지 않는다」라는 것은, 함유율이 0.1% 미만을 의미한다. 이것은, 예를 들면 유리 원료, 유리 조성물의 제조 장치, 및 유리 조성물의 성형 장치 등에 유래하는 불순물의 함유를 허용하는 취지이다.

[0078] 본 발명의 유리 조성물의 유전율은, 주파수 1MHz에 있어서의 값이 5.0 미만이다. 본 발명의 유리 조성물의 유전율은, 당해 조성물의 조성에 따라서는, 주파수 1MHz에 있어서의 값이 4.9 이하, 또 4.8 이하가 될 수 있다.

[0079] 본 발명의 유리 조성물은, 예를 들면, 1150℃, 1200℃ 및 1250℃로부터 선택되는 적어도 1개의 온도로 2시간 유지한 경우에도 실투가 발생하지 않는 유리 조성물일 수 있고, 1150℃, 1200℃ 및 1250℃ 중 어느 온도로 2시간 유지한 경우에도 실투가 발생하지 않는 유리 조성물일 수 있다. 이 경우, 당해 유리 조성물, 특히 후자의 유리 조성물은, 유리 섬유, 특히, 섬유 직경이 작은 유리 섬유로의 성형 시(방사 시)에 있어서의 실투의 발생을 억제할 수 있다. 또, 이와 동일하게, 두께가 작은 유리 성형체, 예를 들면, 두께가 작은 플레이크형상 유리로의 성형 시에 있어서의 실투의 발생을 억제할 수 있다. 또한, 1150℃, 1200℃ 및 1250℃은, 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 방사하는 것을 상정한 온도 조건, 구체적으로는 용융 방사 장치에 있어서의 섬유화 과정에서의 유리 온도에 대응하고 있다. 또, 이것과 마찬가지로, 1150℃, 1200℃ 및 1250℃은, 두께가 작은 유리 성형체, 예를 들면, 두께가 작은 플레이크형상 유리를 성형하는 것을 상정한 온도 조건, 구체적으로는 용융성형 장치에 있어서의 성형 과정에서의 유리 온도에 대응하고 있다.

[0080] 본 발명의 유리 조성물의 용도는 한정되지 않는다. 용도의 예는, 유리 섬유 및 유리 성형체이다. 유리 성형체의 예는, 플레이크형상 유리이다. 즉, 본 발명의 유리 조성물은, 유리 섬유용 유리 조성물, 유리 성형체용 유리 조성물, 또는 플레이크형상 유리용 유리 조성물일 수 있다.

[0081] 본 발명의 유리 조성물은, 형성하는 유리 섬유의 섬유 직경이 작은 경우에 있어서도 당해 유리 섬유에 있어서의 실투의 발생 및 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있는 유리 조성물이다. 여기서, 「섬유 직경이 작은 유리 섬유」란, 예를 들면, 평균 섬유 직경이 3~6 μ m인 유리 섬유를 의미한다. 즉, 본 발명의 유리 조성물은, 소경 섬유 유리 섬유용 유리 조성물일 수 있고, 보다 구체적으로, 평균 섬유 직경이 3~6 μ m인 유리 섬유용 유리 조성물일 수 있다. 또, 상술한 바와 같이, 본 발명의 유리 조성물로 제조한 유리 섬유를 프린트 기판에 사용할 때에, 본 발명의 효과는 보다 현저해진다. 이 관점에서 본 발명의 유리 조성물은, 프린트 기판(프린트 배선판, 프린트 회로판)에 사용하는 유리 섬유용 유리 조성물일 수 있다.

[0082] 동일하게, 본 발명의 유리 조성물은, 형성하는 유리 성형체, 예를 들면 플레이크형상 유리의 두께가 작은 경우에 있어서도, 당해 유리 성형체에 있어서의 실투의 발생 및 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있는 유리 조성물이다. 여기서, 「두께가 작다」라는 것은, 예를 들면, 0.1~2.0 μ m를 의미한다. 또, 상술한 바와 같이, 본 발명의 유리 조성물로 제조한 유리 성형체(본 발명의 유리 조성물로 구성되는 유리 성형체)를 프린트 기판에 사용할 때에, 본 발명의 효과는 보다 현저해진다. 이 관점에서 본 발명의 유리 조성물은, 프린트 기판에 사용하는 유리 성형체용 유리 조성물일 수 있다.

[0083] 프린트 기판에 사용하는 것에 주목하면, 본 발명의 유리 조성물은 프린트 기판용 유리 조성물일 수 있다.

[0084] [유리 섬유]

- [0085] 본 발명의 유리 섬유는, 본 발명의 유리 조성물에 의해 구성된다. 유리 섬유의 구체적인 구성은 특별히 한정되지 않고, 본 발명의 유리 조성물에 의해 구성되는 한, 종래의 유리 섬유와 동일한 구성을 취할 수 있다. 단, 상술한 바와 같이, 본 발명의 유리 조성물이 저유전율의 유리 조성물로서, 형성하는 유리 섬유의 섬유 직경이 작은 경우에 있어서도 당해 유리 섬유에 있어서의 실투의 발생 및 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있는 조성물이라는 점에서, 본 발명의 유리 섬유는 섬유 직경이 작은 유리 섬유일 수 있고, 이러한 섬유 직경이 작은 저유전율의 유리 섬유가 본 발명의 유리 섬유의 한 형태가 된다.
- [0086] 본 발명의 유리 섬유는, 평균 섬유 직경이, 예를 들면 $3\sim 6\mu\text{m}$, 유리 조성물의 조성에 따라서는 $3\sim 4.6\mu\text{m}$, 또한 $3\sim 4.3\mu\text{m}$ 라는 섬유 직경이 작은 유리 섬유일 수 있다.
- [0087] 본 발명의 유리 섬유는, 체적 1cm^3 당 존재하는 거품의 수가 200cm^{-3} 이하의 유리 섬유일 수 있고, 유리 조성물의 조성에 따라서는, 170cm^{-3} 이하, 150cm^{-3} 이하, 또 130cm^{-3} 이하의 유리 섬유일 수 있다. 이 때, 이들 유리 섬유의 평균 섬유 직경은, 예를 들면 $3\sim 6\mu\text{m}$, 유리 조성물의 조성에 따라서는, $3\sim 4.6\mu\text{m}$, 또한 $3\sim 4.3\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [0088] 본 발명의 유리 섬유는, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율의 값이 5.0 미만, 유리 조성물의 조성에 따라서는, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율의 값이 4.9 이하, 또 4.8 이하와 같은 저유전율의 유리 섬유일 수 있다.
- [0089] 이와 더불어, 본 발명의 유리 조성물이, 형성하는 유리 섬유의 섬유 직경이 작은 경우에 있어서도 당해 유리 섬유에 있어서의 실투의 발생 및 거품의 혼입을 보다 억제할 수 있는 조성물이라는 점에서, 본 발명의 유리 섬유는 유리 장섬유(필라멘트)일 수 있고, 보다 구체적으로, 상기와 같은 섬유 직경이 작은, 그리고 또한 저유전율의 유리 장섬유일 수 있다.
- [0090] 특허 문헌 1(일본국 특허 공개 소 62-226839호 공보)에는, $8\sim 13\mu\text{m}$ 와, 섬유 직경이 비교적 큰 유리 섬유를 방사하는 것만이 개시되어 있다. 특허 문헌 1에서는, 섬유 직경이 작은 유리 섬유(예를 들면, 평균 섬유 직경 $3\sim 6\mu\text{m}$ 의 유리 섬유)의 제조에 대해서, 전혀 상정도 고려도 되어 있지 않다. 특허 문헌 1이 구체적으로 개시하는 유리 조성물을 이용하여 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 제조하는 경우, 미소한 결정(실투)이 원인이 되는 방사시의 실 끊어짐 및 강도의 저하가 발생하는 경향이 있다.
- [0091] 본 발명의 유리 섬유의 용도는 한정되지 않는다. 용도는, 예를 들면 프린트 기관이며, 프린트 기관에 사용하는 경우, 저유전율임과 더불어 섬유 직경이 작은 유리 섬유일 수 있다고 하는 특징이 보다 유리해진다.
- [0092] 본 발명의 유리 섬유는, 글래스 얇으로 할 수 있다. 글래스 얇은, 본 발명의 유리 섬유, 전형적으로는 유리 장섬유를 포함한다. 이 글래스 얇은, 본 발명의 유리 섬유 이외의 유리 섬유를 포함할 수도 있지만, 상술한 본 발명의 유리 섬유의 특징을 보다 살리기 위해서는, 본 발명의 유리 섬유로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0093] 글래스 얇의 구성은, 본 발명의 유리 섬유를 포함하는 한 한정되지 않는다. 일례는, 유리 장섬유의 개수(필라멘트 개수)가 $30\sim 200$ 인 글래스 얇이다. 글래스 얇의 용도는, 유리 섬유의 용도와 마찬가지로 특별히 한정되지 않는다. 용도는, 예를 들면 프린트 기관이다. 프린트 기관에 사용하는 경우, 필라멘트 개수가 예를 들면 $30\sim 100$, $30\sim 70$, 또 $30\sim 60$ 의 글래스 얇으로 할 수도 있다. 이들의 경우, 예를 들면, 얇은 유리 클로스를 보다 용이하게 또한 확실하게 형성할 수 있으며, 프린트 기관의 박형화에 의해 확실히 대응할 수 있다.
- [0094] 다른 일례는, 번수가 $1\sim 6\text{tex}$ 의 글래스 얇이며, $1\sim 3\text{tex}$ 의 글래스 얇으로 할 수도 있다. 이들의 경우, 예를 들면, 얇은 유리 클로스를 보다 용이하게 또한 확실하게 형성할 수 있으며, 프린트 기관의 박형화에 의해 확실히 대응할 수 있다.
- [0095] 또 다른 일례는, 강도가 0.4N/tex 이상의 글래스 얇이며, 0.6N/tex 이상, 또한 0.7N/tex 이상의 글래스 얇으로 할 수도 있다. 이 강도는, 유리 섬유로서의 강도이기도 하다.
- [0096] 이들 예시한 구성을, 임의의 조합으로 동시에 만족하는 글래스 얇일 수 있다.
- [0097] 본 발명의 유리 섬유의 제조 방법은 특별히 한정되지 않고, 본 발명의 유리 조성물을 이용하여 공지의 방법에 의해 제조할 수 있다. 예를 들면, 평균 섬유 직경 $3\sim 6\mu\text{m}$ 정도의 유리 섬유를 제조하는 경우, 이하의 방법의 예를 채용할 수 있다. 즉, 본 발명의 유리 조성물을 유리 용융 가마에 투입하고, 용융하여 용융 유리로 한 후, 방사로에 있어서의 내열성 부싱의 바닥부에 설치된 다수의 방사 노즐로부터 용융 유리를 인출해, 실행상으로 성형하는 방법이다. 이에 의해, 본 발명의 유리 조성물에 의해 구성되는 유리 섬유를 제조할 수 있다. 유리 섬유는, 유리 장섬유(필라멘트)일 수 있다. 용융 가마에 있어서의 용융 온도는, 예를 들면 $1300\sim 1650^\circ\text{C}$ 이며, $1400\sim 1650^\circ\text{C}$ 가 바람직하고, $1500\sim 1650^\circ\text{C}$ 가 보다 바람직하다. 이들의 경우, 형성하는 유리 섬유의 섬유 직경이

작은 경우에 있어서도 당해 유리 섬유에 있어서의 미소한 실투의 발생 및 거품의 혼입을 더욱 억제할 수 있음과 더불어, 과도하게 방사 장력이 높아지는 것이 방지되어, 얻어진 유리 섬유의 특성(예를 들면 강도) 및 품질을 보다 확실하게 확보할 수 있다.

[0098] 본 발명의 유리 조성물을 사용함과 더불어 상기 바람직한 용융 온도에 있어서 당해 조성물을 용융함으로써, 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 형성하는 경우에 있어서도 달성되는 상술한 또 다른 효과는, 이하와 같은 본 발명자들의 검토에 의거한다. 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 제조하기 위해서는, 방사로부터의 용융 유리의 인출 속도(방사 속도)를 높이거나, 방사 노즐의 온도를 저하시키거나 하는 수법이 생각된다. 그러나, 전자의 수법에서는, 방사로 내에서 용융 유리의 탈포를 촉진시키기 위한 유리 용융 시간을 반드시 충분히 확보할 수 없는 경우가 있다. 용융 시간을 충분히 확보할 수 없는 경우, 거품의 혼입에 의한 방사 시의 실 끊어짐, 및 유리 섬유가 얻어지는 경우에 있어서도 당해 섬유의 강도 저하로 연결된다. 또, 방사 속도의 상승에 수반해 방사 시에 섬유에 발생하는 장력(방사 장력)이 커지고, 이 점도, 방사 시의 실 끊어짐 및 얻어진 유리 섬유의 강도 저하, 및 당해 섬유의 품질 저하로 연결되는 경우가 있다. 또한, 방사 장력이 과도하게 커졌을 때의 유리 섬유의 품질 저하는, 예를 들면 다음과 같이 일어난다. 방사한 유리 섬유의 권취에는, 콜릿이라 불리는 권취 회전체 장치, 보다 구체적으로, 콜릿 본체의 외주에, 콜릿의 회전 시에 그 직경 외방을 향해 이동함과 더불어 정지 시에 콜릿 본체측으로 가라앉는 복수의 핑거를 구비한 장치가 일반적으로 사용된다. 여기서, 방사 장력이 과도하게 커지면, 권취한 유리 섬유에 핑거 사이의 오목한 부분에 기인하는 실 엉킴이 생겨, 이것이 유리 섬유의 품질 저하가 된다. 이 품질 저하는, 예를 들면, 당해 유리 섬유를 이용한 유리 클로스에 있어서의 외관 불량 및/또는 개성 불량이 될 수 있다.

[0099] 또, 후자의 수법에서는, 용융 가마 내의 용융 온도도 저하시킬 필요가 있고, 용융 온도가 유리 조성물의 실험 온도에 가까워짐과 더불어, 용융 유리의 점도가 상승하여 충분한 탈포성을 확보할 수 없게 되는 경우가 있다. 또, 방사 장력도 커진다. 이 결과, 방사 시의 실 끊어짐 및 얻어진 유리 섬유의 강도 저하, 및 당해 섬유의 품질 저하로 연결되는 경우가 있다.

[0100] 예를 들면 특허 문헌 1에서는, 유리 원료를 1300~1350℃의 온도에서 용융한 후, 8~13μm와 섬유 직경이 비교적 큰 유리 섬유를 방사하고 있다. 한편, 본 발명의 유리 조성물을 사용하고, 당해 조성물을 상기 바람직한 용융 온도에 있어서 용융함으로써: 본 발명의 유리 조성물에 의해 달성되는 상술한 효과; 방사로 내에서 용융 유리의 탈포를 촉진시키기 위한 유리 용융 시간을 충분히 확보할 수 있음과 더불어, 용융 유리의 점도를 저하시켜 충분한 탈포성을 확보할 수 있다; 인출 속도를 높게 한 경우에 있어서도 방사 장력의 과도의 상승을 억제할 수 있다; 라는 효과가 달성된다. 이에 의해, 형성하는 유리 섬유의 섬유 직경이 작은 경우에 있어서도 당해 유리 섬유에 있어서의 미소한 실투의 발생 및 거품의 혼입을 더욱 억제할 수 있음과 더불어, 과도하게 방사 장력이 높아지는 것이 방지되어, 얻어진 유리 섬유의 특성(예를 들면 강도) 및 품질을 보다 확실하게 확보할 수 있다. 유리 섬유의 품질 향상에 의해, 예를 들면, 당해 유리 섬유를 이용한 유리 클로스에 있어서의 외관 및/또는 개성(開纖性)이 양호해진다.

[0101] 이들 관점에 의하면, 본 명세서는, 본 발명의 유리 조성물(또는 용융에 의해 본 발명의 유리 조성물이 되는 유리 원료)을, 1400℃ 이상, 바람직하게는 1400~1650℃, 보다 바람직하게는 1500~1650℃의 용융 온도로 용융하여 용융 유리를 형성하고, 형성한 용융 유리를 방사하여 유리 섬유를 얻는, 유리 섬유의 제조 방법을 개시한다. 이 때, 섬유 직경이 작은 유리 섬유, 보다 구체적으로, 평균 섬유 직경이 예를 들면 3~6μm, 또는 3~4.6μm, 또한 3~4.3μm의 유리 섬유를 형성할 수 있다. 이 유리 섬유는, 그 유전율이, 주파수 1MHz에 있어서의 값이 5.0 미만, 또는 주파수 1MHz에 있어서의 값이 4.9 이하, 또 4.8 이하와 같은 저유전율의 유리 섬유일 수 있다. 이 유리 섬유는 장섬유일 수 있다.

[0102] 방사에 의해 형성된 유리 섬유의 표면에 집속제를 도포하고, 복수의 유리 섬유, 예를 들면 10~120개의 유리 섬유를 모음으로써, 유리 스트랜드를 형성할 수 있다. 이 유리 스트랜드는, 본 발명의 유리 섬유를 포함한다. 형성한 유리 스트랜드는, 고속으로 회전하는 콜릿 상의 튜브(예를 들면, 지관 튜브)에 권취해 케이크로 하고, 다음에, 케이크의 외층으로부터 스트랜드를 풀어내어, 꼬으면서 풍건한 후, 보빈 등에 퇴감아 연사(撚絲)함으로써 글래스 양을 형성할 수 있다.

[0103] [유리 클로스]

[0104] 본 발명의 유리 클로스는, 본 발명의 유리 섬유에 의해 구성된다. 유리 클로스의 구체적인 구성은 특별히 한정되지 않고, 본 발명의 유리 섬유를 포함하는 한, 종래의 유리 클로스와 동일한 구성을 취할 수 있다. 예를 들면, 유리 클로스의 직물 조직은 특별히 한정되지 않고, 평직, 주자직, 능직, 사자직, 휴직 등의 직물 조직을 취

할 수 있다. 예시한 식물 조직 중에서는 평직이 바람직하다. 본 발명의 유리 클로스는, 본 발명의 유리 섬유 이외의 유리 섬유를 포함하고 있어도 되는데, 상술한 각 효과가 보다 확실하게 된다는 점에서, 유리 섬유로서 본 발명의 유리 섬유만을 포함하는 것이 바람직하다. 본 발명의 유리 클로스는, 섬유 직경이 작은 저유전율의 유리 섬유로 구성되는 유리 클로스일 수 있다.

[0105] 본 발명의 유리 클로스의 두께는, JIS R3420 : 2013의 항목 7.10.1의 규정에 따라서 측정되는 두께가, 예를 들면 20 μm 이하이며, 유리 섬유 및 유리 클로스의 구성에 따라서는, 10~20 μm , 또 10~15 μm 일 수 있다. 이들 두께를 갖는 유리 클로스를 실현할 수 있음으로써, 프린트 기관의 박형화에 대한 대응이 보다 확실해진다.

[0106] 본 발명의 유리 클로스의 질량은, JIS R3420 : 2013의 항목 7.2의 규정에 따라서 측정되는 클로스 질량이, 예를 들면 20g/m² 이하이며, 유리 섬유 및 유리 클로스의 구성에 따라서는, 8~20g/m², 또 8~13g/m²일 수 있다. 이들 클로스 질량을 갖는 유리 클로스를 실현할 수 있음으로써, 프린트 기관의 박형화에 대한 대응이 보다 확실해진다.

[0107] 본 발명의 유리 클로스에 있어서의 단위 길이(25mm)당 유리 섬유의 개수(직밀도)는, 경사 및 위사 둘 다, 예를 들면, 길이 25mm당 80~130이며, 유리 섬유 및 유리 클로스의 구성에 따라서는, 80~110, 또 90~110일 수 있다. 이들 직밀도를 갖는 유리 클로스에서는, 유리 클로스의 두께를 얇게 하는 것과, 경사 및 위사의 교락점을 많게 하여 유리 클로스의 구부러짐이 발생하기 어렵게 해, 수지를 함침시켰을 때의 핀홀의 발생을 억제하는 것을, 보다 확실하게 양립할 수 있다.

[0108] 본 발명의 유리 클로스의 통기도는, 예를 들면, 200cm³/(cm²·초) 이하이며, 유리 섬유 및 유리 클로스의 구성에 따라서는, 100~200cm³/(cm²·초), 또한 100~150 cm³/(cm²·초)일 수 있다. 이들 통기도를 갖는 유리 클로스에서는, 유리 클로스의 두께를 얇게 하는 것과, 상기 핀홀의 발생을 억제하는 것을, 보다 확실하게 양립할 수 있다. 또한, 유리 클로스가 이러한 통기도를 갖도록 개설키기 위해서는, 유리 섬유의 방사 시에, 본 발명의 유리 조성물 또는 용융에 의해 본 발명의 유리 조성물이 되는 유리 원료를 상술한 1400℃ 이상, 바람직하게는 1400~1650℃의 용융 온도에서 용융시키는 것이 바람직하다.

[0109] 본 발명의 유리 클로스의 제조 방법은 한정되지 않고, 본 발명의 유리 섬유를 이용하여 공지의 방법에 의해 제조할 수 있다. 그 일례는, 본 발명의 유리 섬유를 포함하는 글래스 안에 대해 정경 공정 및 사이징 공정을 실시한 후, 이것을 경사로 하여, 동일하게 본 발명의 유리 섬유를 포함하는 글래스 안의 위사를 박아넣는 방법이다. 위사의 박아넣음에는, 각종의 직기, 예를 들면 제트 직기(보다 구체적인 예는, 에어 제트 직기, 워터 제트 직기), 숄저(sulzer) 직기, 래피어(rapier) 직기를 사용할 수 있다.

[0110] 유리 클로스는 개설킬 처리되어 있어도 되고, 이 경우, 예를 들면, 유리 클로스의 두께를 보다 얇게 할 수 있다. 개설킬 처리의 구체적인 방법은 한정되지 않고, 예를 들면, 수류의 압력에 의한 개설킬, 물(보다 구체적인 예는, 탈기수, 이온 교환수, 탈이온수, 전해 양이온수, 전해 음이온수) 등을 매체로 한 고주파 진동에 의한 개설킬, 롤 등을 이용한 가압에 의한 개설킬이다. 개설킬 처리는, 유리 클로스의 직성(織成)과 동시에 실시해도, 직성 후에 실시해도 된다. 또, 히트 클리닝, 표면 처리와 같은 각종 처리와 동시에 실시해도, 당해 처리 후에 실시해도 된다.

[0111] 직성한 유리 클로스에 집속제 등의 물질이 부착되어 있는 경우, 예를 들면 히트 클리닝 처리와 같은 당해 물질을 제거하는 처리를 또한 실시할 수 있다. 이러한 처리를 거친 유리 클로스는, 예를 들면 프린트 기관에 사용할 때에, 매트릭스 수지의 함침성 및 당해 수지와 밀착성이 양호해진다. 당해 처리 후에, 또는 당해 처리와는 별도로, 직성한 유리 클로스를 실란 커플링제 등에 의해 표면 처리해도 된다. 표면 처리는 공지의 수단으로 실시할 수 있고, 예를 들면, 실란 커플링제를 유리 클로스에 함침하는 방법, 도포하는 방법, 스프레이하는 방법 등에 의해 표면 처리할 수 있다.

[0112] 본 발명의 유리 클로스의 용도는 한정되지 않는다. 용도는, 예를 들면, 프린트 기관이며, 프린트 기관에 사용하는 경우, 저유전율임과 더불어 섬유 직경이 작은 유리 섬유로 구성된다고 하는 특징이 보다 유리해진다.

[0113] 실시예

[0114] 이하, 실시예에 의해, 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 본 발명은, 이하의 실시예로 한정되지 않는다.

[0115] (실시예 1~11, 비교예 1~6)

[0116] 최초로, 이하의 표 1, 2에 나타난 각 조성(성분의 함유율의 단위는 중량%, 단, 비교예 6에 대해서는 중량부)이 되도록 유리 원료를 칭량하고, 균질의 상태가 되도록 혼합하여, 유리 원료 혼합 배치를 제작했다. 다음에, 제

작한 혼합 배치를 백금 로듐제 도가니에 투입하고, 1600℃로 설정한 간접 가열 전기로 내에서, 대기 분위기 중에서 3시간 이상 가열하여 용융 유리로 했다. 다음에, 얻어진 용융 유리를 내화성 주형에 흘려내보내 주입(鑄入) 성형한 후, 얻어진 성형체를 서랭로에 의해 실온까지 서랭 처리하고, 평가에 사용하는 유리 조성물 시료로 했다.

[0117] 실시예 1~8에서 제작한 유리 조성물의 조성은, 산화물 환산으로, SiO_2 가 50.4중량% 이상 53.6중량% 이하의 범위, B_2O_3 이 25.5중량% 이상 27.5중량% 이하의 범위, Al_2O_3 이 12.1중량% 이상 15.0중량% 이하의 범위, Li_2O 가 0.18중량% 이상 0.45중량% 이하의 범위, Na_2O 가 0.12중량% 이상 0.30중량% 이하의 범위, MgO 가 0.91중량% 이상 1.36중량% 이하의 범위, CaO 가 3.31중량% 이상 5.21중량% 이하의 범위, ZnO 가 1.83중량% 이상 2.73중량% 이하의 범위에 있다(표 1 참조).

[0118] 실시예 1~9에서 제작한 유리 조성물의 조성은, 산화물 환산으로, SiO_2 가 50.4중량% 이상 53.6중량% 이하의 범위, B_2O_3 이 25.5중량% 이상 28.0중량% 이하의 범위, Al_2O_3 이 12.1중량% 이상 15.0중량% 이하의 범위, Li_2O 가 0.17중량% 이상 0.45중량% 이하의 범위, Na_2O 가 0.12중량% 이상 0.30중량% 이하의 범위, MgO 가 0.91중량% 이상 1.50중량% 이하의 범위, CaO 가 3.31중량% 이상 5.21중량% 이하의 범위, ZnO 가 0중량% 이상 2.73중량% 이하의 범위에 있다(표 1 참조).

[0119] 실시예 1~8, 11에서 제작한 유리 조성물의 조성은, 산화물 환산으로, SiO_2 가 50.4중량% 이상 53.6중량% 이하의 범위, B_2O_3 이 25.5중량% 이상 27.5중량% 이하의 범위, Al_2O_3 이 12.1중량% 이상 15.0중량% 이하의 범위, Li_2O 가 0.18중량% 이상 0.45중량% 이하의 범위, Na_2O 가 0.12중량% 이상 0.30중량% 이하의 범위, MgO 가 0.91중량% 이상 1.82중량% 이하의 범위, CaO 가 3.31중량% 이상 5.21중량% 이하의 범위, ZnO 가 0중량% 이상 2.73중량% 이하의 범위에 있다(표 1 참조).

[0120] 실시예 1~11에서 제작한 유리 조성물의 조성은, 산화물 환산으로, SiO_2 가 50.4중량% 이상 53.6중량% 이하의 범위, B_2O_3 이 25.5중량% 이상 28.8중량% 이하의 범위, Al_2O_3 이 12.1중량% 이상 15.0중량% 이하의 범위, Li_2O 가 0.17중량% 이상 0.45중량% 이하의 범위, Na_2O 가 0.12중량% 이상 0.30중량% 이하의 범위, MgO 가 0.91중량% 이상 1.82중량% 이하의 범위, CaO 가 3.31중량% 이상 5.21중량% 이하의 범위, ZnO 가 0중량% 이상 2.73중량% 이하의 범위에 있다(표 1 참조).

[0121] 이와 같이 하여 제작한 유리 시료에 대해, 그 포수(泡數), 실투성 및 주파수 1MHz에 있어서의 유전율을 이하의 순서로 평가했다.

[0122] [포수]

[0123] 제작한 유리 시료의 거의 중앙에 가로 세로 5mm의 틀을 설치하고, 당해 틀 내에 보이는 유리 시료 중의 거품의 수를 실제 현미경을 이용하여 수배로 확대해 계측했다. 이것과는 별도로, 측정 개소의 유리 시료의 두께를 측정하고, 측정한 두께를 이용해 상기 계측한 거품의 수를 체적 1cm^3 당 거품의 수로 환산하여, 이것을 유리 시료에 발생한 포수(단위: cm^{-3})로 했다.

[0124] [실투성]

[0125] 제작한 유리 시료 1~2g을 백금 로듐판 위에 올려놓고, 1150℃, 1200℃ 또는 1250℃로 설정한 전기로 내에 2시간 수용한 후, 노로부터 꺼내어 방랭했다. 방랭 후의 유리 시료의 투명성을 육안에 의해 확인해, 백탁이 보인 경우에 실투가 발생했다고 판정하고, 백탁이 보이지 않고 투명성을 보유하고 있었던 경우에 실투가 발생하지 않았다고 판정했다. 별도로, 평균 섬유 직경 3 μm 의 유리 섬유를 방사하여 확인한 바, 이러한 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 실투에 의한 실 끊어짐을 일으키지 않고 방사할 수 있는 유리 조성물은, 상기 전기로에서의 2시간의 가열 온도로 1150℃, 1200℃ 및 1250℃로부터 선택되는 적어도 1개의 가열 온도에 있어서 실투가 발생하지 않았던 유리 조성물, 특히, 모든 가열 온도에 있어서 실투가 발생하지 않았던 유리 조성물이었다. 이 때문에, 1150℃, 1200℃ 및 1250℃의 어느 가열 온도에서도 실투가 발생하지 않았던 유리 조성물을, 섬유 직경이 작은 유리 섬유의 방사 시에 있어서도 특히 실투의 발생이 억제되는 유리 조성물이라고 판단하고, 양호(○)라고 평가했다. 한편, 적어도 1개의 상기 가열 온도로 실투가 발생한 유리 조성물을 가능(△)하다고 평가하고, 상기 3개의 모든 가열 온도에서 실투가 발생한 유리 조성물을, 실투의 발생이 억제되어 있지 않은 유리 조성물이라고 판

단해, 불가(X)라고 평가했다. 1150℃, 1200℃ 및 1250℃는, 섬유 직경이 작은 유리 섬유의 방사 공정에 있어서의 부상 기동 시의 승온 과정 및 유리의 섬유화 과정의 온도에 대응하고 있다.

[0126] [유전율]

[0127] 주파수 1MHz에 있어서의 유전율은, ASTM D150-87에 준거해 측정했다. 측정 온도는 25℃로 했다. 유전율이 작은 값일수록, 당해 유리 조성물로 구성되는 유리 섬유를 포함하는 프린트 기판의 유전 손실이 작아진다.

표 1

	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	실시예 6	실시예 7	실시예 8	실시예 9	실시예 10	실시예 11
SiO ₂	52.2	51.4	50.4	51.7	51.6	53.6	51.0	52.2	50.9	51.0	52.7
B ₂ O ₃	25.8	25.5	27.5	25.6	26.6	26.1	27.0	25.8	28.0	28.8	26.1
Al ₂ O ₃	14.3	15.0	14.4	14.1	14.1	12.1	14.3	14.3	14.5	12.4	14.4
Li ₂ O	0.18	0.42	0.18	0.20	0.18	0.45	0.18	0.18	0.17	0.18	0.18
Na ₂ O	0.12	0.28	0.12	0.13	0.12	0.30	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12
MgO	0.91	1.27	0.92	1.02	0.91	1.29	0.91	1.36	1.50	1.30	1.82
CaO	4.66	3.55	4.64	5.21	4.66	3.57	4.66	3.31	4.80	3.59	4.68
ZnO	1.83	2.58	1.84	2.04	1.83	2.59	1.83	2.73	—	2.61	—
F ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
포수 [cm ⁻³]	122	123	184	143	130	198	166	167	163	70	109
실투성	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○
유전율	4.79	4.90	4.80	4.90	4.79	4.77	4.80	4.73	4.77	4.65	4.78

[0128]

표 2

	비교예 1	비교예 2	비교예 3	비교예 4	비교예 5	비교예 6
SiO ₂	50.3	55.8	50.4	54.5	48.9	53.4
B ₂ O ₃	24.9	29.9	26.2	26.8	24.0	26.8
Al ₂ O ₃	17.0	9.9	15.7	11.1	19.4	12.9
Li ₂ O	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	—
Na ₂ O	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	—
MgO	1.30	—	1.10	0.89	0.91	—
CaO	3.59	4.10	4.08	4.60	4.66	5.91
ZnO	2.61	—	2.22	1.81	1.83	—
F ₂	—	—	—	—	—	—
포수 [cm ⁻³]	183	345	125	270	176	271
실투성	×	○	×	○	×	○
유전율	4.89	4.31	4.85	4.64	5.07	4.61

[0129]

[0130]

표 1, 2로부터, 이하의 사항을 확인할 수 있었다.

[0131]

실시에 1~9, 11의 유리 조성물에서는, 확인된 거품의 수가 109cm⁻³ 내지 198cm⁻³의 범위 내임과 더불어, 어느 유리 조성물도, 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 방사하는 것을 상정한 조건인 1150℃, 1200℃ 및 1250℃의 각 온도에서의 2시간의 유지에 의해서도 백색 결정이 석출되지 않고, 투명한 유리 상태를 유지하고 있었다. 또, 실시에 1~9, 11의 각 유리 조성물의 주파수 1MHz에 있어서의 유전율은 4.7에서 4.9의 범위 내였다. 한편, 비교예 1~6의 유리 조성물에서는, 확인된 거품의 수가 270cm⁻³ 이상이 되거나, 혹은 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 방사하는 것을 상정한 조건인 1150℃, 1200℃ 및 1250℃의 어느 온도에 있어서도, 2시간의 유지에 의해서 백색 결정이 석출되었다(실투가 발생했다). 또, 비교예 5의 유리 조성물의 주파수 1MHz에 있어서의 유전율은 5.0 이상이었다.

[0132]

거품의 혼입이 억제됨과 더불어 실투의 발생이 특히 억제된 실시에 1~9, 11의 중에서, 특히 특징적인 유리 조성물에 대해서, 보다 상세하게 설명한다.

[0133]

실시에 1의 유리 조성물은, B₂O₃의 함유율이 25.8중량%으로 상당히 작지만, Al₂O₃의 함유율을 14.3중량%, SiO₂의 함유율을 52.2중량%로 함과 더불어, MgO의 함유율을 0.91중량%로 하고, 또한, Li₂O의 함유율을 0.18중량%, Na₂O의 함유율을 0.12중량%, CaO의 함유율을 4.66중량%, ZnO의 함유율을 1.83중량%로 함으로써, 4.79라는 충분히 낮은 유전율을 실현하면서, 포수 122cm⁻³, 섬유 직경이 작은 유리 섬유를 방사하는 것을 상정한 모든 온도 조건에 있어서 실투 발생하지 않음이라는 양호한 특성을 달성하고 있었다.

[0134]

실시에 2의 유리 조성물은, SiO₂의 함유율이 51.4중량%, 및 B₂O₃의 함유율이 25.5중량%로, 쌍방의 함유율 둘 다

비교적 작기 때문에 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 4.90으로 약간 커졌지만, Al_2O_3 의 함유율을 15.0중량%로 함과 더불어, MgO 의 함유율을 1.27중량%로 하여 Li_2O 를 0.42중량%, Na_2O 를 0.28중량%까지 더하고, 또한, CaO 의 함유율을 3.55중량%, ZnO 의 함유율을 2.58중량%로 함으로써, 흡수 $123cm^{-3}$, 흡수 직경이 작은 유리 섬유를 방사하는 것을 상정한 모든 온도 조건에 있어서 실투 발생하지 않음이라는 양호한 특성을 달성하고 있었다.

[0135] 다음에, 비교예 1~6 중으로부터, 특히 특징적인 유리 조성물에 대해서, 보다 상세하게 설명한다.

[0136] 비교예 1의 유리 조성물은, 특허 문헌 1(일본국 특허 공개 소 62-226839호 공보)의 실시예 9에 상당하는 유리 조성물이다. 이 조성물은, 특히 Al_2O_3 의 함유율이 큰 것이 특징이며, 흡수 직경이 작은 유리 섬유를 방사하는 것을 상정한 모든 온도 조건에 있어서, 실투가 발생했다. 비교예 1의 유리 조성물을 이용하여 평균 흡수 직경 $3\mu m$ 의 유리 섬유의 방사를 시도한 바 실투가 발생하고, 발생한 실투에 의한 실 끊어짐이 빈발하여 거의 방사할 수 없었다.

[0137] 비교예 2의 유리 조성물은, 특허 문헌 1의 실시예 5에 상당하는 유리 조성물이다. 이 조성물은, Al_2O_3 의 함유율이 9.9중량%로 작고, B_2O_3 의 함유율이 29.9중량%로 크고, SiO_2 의 함유율이 55.8중량%로 큰 것이 특징적이고, 흡수 직경이 작은 유리 섬유를 방사하는 것을 상정한 모든 온도 조건에 있어서 실투는 발생하지 않았지만, 용융 시의 점성이 높아졌기 때문인지, 용융 시의 유리 조성물의 균질성이 저하함과 더불어, 확인된 거품의 수가 $345cm^{-3}$ 로 매우 커졌다. 비교예 2의 유리 조성물을 이용하여 평균 흡수 직경 $3\mu m$ 의 유리 섬유의 방사를 시도한 바, 조성 불균일이 발생하여 실 끊어짐이 빈발해, 거의 방사할 수 없었다. 또, 미소하게 얻어진 유리 섬유 중에는, 다수의 거품이 관찰되었다.

[0138] 비교예 4의 유리 조성물은, Al_2O_3 의 함유율이 11.1중량%로 작은 것이 특징적이며, 흡수 직경이 작은 유리 조성물을 방사하는 것을 상정한 모든 온도 조건에 있어서 실투는 발생하지 않았지만, SiO_2 의 함유율이 54.5중량%로 큰 경우도 있고, 용융 시의 점성이 높아졌기 때문인지, 확인된 거품의 수가 $270cm^{-3}$ 로 매우 커졌다. 비교예 4의 유리 조성물을 이용하여 평균 흡수 직경 $3\mu m$ 의 유리 섬유의 방사를 시도한 바, 방사는 가능했으나, 얻어진 유리 섬유 중에는 많은 홀로 파이버가 관찰되었다.

[0139] 비교예 5의 유리 조성물은, Al_2O_3 의 함유율이 19.4중량%로 크고, 흡수 직경이 작은 유리 섬유를 방사하는 것을 상정한 모든 온도 조건에 있어서 실투가 발생했다. 또, SiO_2 의 함유율이 48.9중량%로 작고, B_2O_3 의 함유율이 24.0중량%로 작은 경우도 있고, 주파수 1MHz에 있어서의 유전율이 5.07로 5.0을 넘었다. 이 때문에, 비교예 5의 유리 조성물로 형성한 유리 섬유 및 유리 클로스는 유전 손실이 크고, 예를 들면 이들 섬유 및 클로스를 프린트 기판에 이용한 경우에 당해 기판의 전송 속도가 저하하는 문제가 발생한다고 생각된다.

[0140] 비교예 6의 유리 조성물은, 특허 문헌 2(일본국 특허 공보 2010-508226 공보)의 실시예 E5로부터, 성분 F_2 를 제거한 조성물이다. 이 조성물은, SiO_2 의 함유율이 53.4 중량부로 비교적 크고 더불어, MgO , Li_2O , Na_2O , K_2O 및 TiO_2 를 포함하지 않는다. 비교예 6의 조성물은, 용융 시의 점성이 높아졌기 때문인지, 용융 시의 유리 조성물의 균질성이 저하함과 더불어, 확인된 거품의 수가 $271cm^{-3}$ 로 매우 커졌다.

[0141] 여기까지의 실시예 및 비교예에 의해, 본 발명의 유리 조성물은, 유리 섬유로서, 특히 고밀도 실장을 실현하는 프린트 기판에 사용되는 흡수 직경이 작은 유리 섬유로서 이용할 수 있음과 더불어, 유리 섬유의 제조, 특히, 흡수 직경이 작은 유리 섬유의 제조에 있어서도 방사성이 뛰어나고, 높은 제조 효율에 의해서 안정된 품위의 유리 섬유를 제공할 수 있음을 확인할 수 있었다.

[0142] (실시예 12)

[0143] 실시예 12에서는, 실시예 1에서 제작한 유리 조성물의 펠릿으로부터 유리 섬유를 제조했다. 구체적으로, 당해 펠릿을 유리 용융 가마에 투입하고, $1550^{\circ}C$ 의 용융 온도로 용융한 후, 방사로에 있어서의 내열 부식의 바닥부에 설치된 다수의 노즐로부터 용융 유리를 꺼내고, 집속제를 부여하면서, 고속으로 회전하는 콜릿 상의 튜브에 유리 스트랜드(평균 흡수 직경 $4.1\mu m$, 필라멘트 수 50개)를 권취해 케이크를 형성했다. 다음에, 형성한 케이크의 외층으로부터 순차적으로 스트랜드를 풀어 내어, 꼬으면서 풍건한 후, 보빈에 되감아 연사함으로써 글래스 안(번수 1.7tex)을 얻었다. 얻어진 글래스 안의 유리 조성은, 실시예 1의 유리 조성물의 조성과 동일했다.

- [0144] 다음에, 얻어진 글래스 얇을 경사 및 위사로 하여 에어 제트 방직기를 이용해 제직하고, 단위 길이(25mm)당 경사의 수(경사 밀도, 이하 동일)가 95, 단위 길이(25mm)당 위사의 수(위사 밀도, 이하 동일)가 95인 평직의 유리 클로스를 형성했다.
- [0145] 다음에, 형성한 유리 클로스에 부착되어 있는 방사 집속제 및 제직 집속제를 400℃, 30시간의 가열에 의해 제거한 후, 집속제 제거 후의 유리 클로스에, 표면 처리제로서 실란 커플링제를 도포했다. 다음에, 수류 가공에 의해 개선편 처리를 실시하여, 실시예 12의 유리 클로스를 얻었다. 얻어진 유리 클로스의 경사 밀도는 95, 위사 밀도는 95, 두께는 15 μm , 질량은 12.7g/m²였다. 실시예 12에서 제작한 유리 섬유, 글래스 얇 및 유리 클로스의 평가 결과를, 이하의 표 3에 정리한다. 각 평가 항목의 평가법에 대해서는 후술한다.
- [0146] (실시예 13)
- [0147] 실시예 1에서 제작한 유리 조성물의 펠릿 대신에 실시예 4에서 제작한 유리 조성물의 펠릿을 이용함과 더불어, 용융 온도를 1600℃로 한 것 이외에는 실시예 12와 동일하게 하여, 글래스 얇 및 유리 클로스를 얻었다. 얻어진 글래스 얇의 변수는 1.7tex이며, 그 유리 조성은 실시예 4의 유리 조성물의 조성으로 동일했다. 얻어진 유리 클로스의 경사 밀도는 95, 위사 밀도는 95, 두께는 15 μm , 질량은 12.7g/m²였다. 실시예 13에서 제작한 유리 섬유, 글래스 얇 및 유리 클로스의 평가 결과를, 이하의 표 3에 정리한다.
- [0148] (비교예 7)
- [0149] 실시예 1에서 제작한 유리 조성물의 펠릿 대신에 비교예 1에서 제작한 유리 조성물의 펠릿을 이용함과 더불어, 용융 온도를 1600℃로 한 것 이외에는 실시예 12와 동일하게 하여, 글래스 얇 및 유리 클로스를 얻었다. 얻어진 글래스 얇의 변수는 1.7tex이며, 그 유리 조성은 비교예 1의 유리 조성물의 조성으로 동일했다. 얻어진 유리 클로스의 경사 밀도는 95, 위사 밀도는 95, 두께는 15 μm , 질량은 12.7g/m²였다. 비교예 7에서 제작한 유리 섬유, 글래스 얇 및 유리 클로스의 평가 결과를, 이하의 표 3에 정리한다.
- [0150] 실시예 12, 13 및 비교예 7에서 제작한 유리 섬유, 글래스 얇 및 유리 클로스에 대해서, 각 평가 항목의 평가법은 다음과 같다.
- [0151] [유리 섬유의 방사 조업성]
- [0152] 유리 섬유의 방사 조업성은, 동일한 방사 속도 및 감속 시간(즉, 실 끊어짐이 없을 때는 동일 길이)으로 했을 때에, 조업 시간(12시간 이상) 내에 방사 시의 실 끊어짐없이 소정의 길이의 케이크를 채취할 수 있었다고 가정했을 때의 이상 케이크 수에 대한, 실제로 실 끊어짐없이 채취할 수 있었던 소정의 길이의 케이크 수의 비에 의해 평가했다. 평가는, 하기의 5단계로 실시하고, 「3」 이상을 합격으로 했다.
- [0153] 5 : 상기 비율이 70% 이상
- [0154] 4 : 상기 비율이 60% 이상 70% 미만
- [0155] 3 : 상기 비율이 50% 이상 60% 미만
- [0156] 2 : 상기 비율이 40% 이상 50% 미만
- [0157] 1 : 상기 비율이 40% 미만
- [0158] [유리 섬유의 평균 섬유 직경(평균 필라멘트 직경) : μm]
- [0159] 유리 섬유의 평균 섬유 직경은, 다음과 같이 평가했다. 얻어진 유리 클로스를 가로 세로 30cm의 사이즈로 컷한 것을 2장 준비하고, 한편을 경사 관찰용, 다른쪽을 위사 관찰용으로 하여, 각각 예폭시 수지(Marumoto Struers 제조, 상품명 3091)에 포매하여 경화시켰다. 다음에, 각각의 경화물을, 경사 또는 위사가 관찰 가능한 정도로 연마하고, 그 연마면을 주사형 전자현미경(SEM; 일본전자 제조, 상품명 JSM-6390A)에 의해 배율 500배로 관찰했다. 이 때, 경사 및 위사의 각각에 대해서 무작위로 20개 선택하고, 선택한 모든 유리 섬유의 직경을 측정하여 그 평균치를 산출하고, 이것을 유리 섬유의 평균 섬유 직경으로 했다.
- [0160] [변수 : tex]
- [0161] 글래스 얇의 변수는, JIS R3420 : 2013의 항목 7.1에 의거해 평가했다.
- [0162] [강도 : N/tex]

- [0163] 글래스 양의 강도는, 다음과 같이 평가했다. 얻어진 글래스 양의 인장 강도를, JIS R3420 : 2013의 항목 7.4.3에 따라, 반경 13mm의 원형 클램프를 이용해, 시험 속도를 250mm/분, 그립 간격을 250mm으로 하여 구했다. 다음에, 구한 인장 강도를 당해 글래스 양의 변수로 나눔으로써, 글래스 양의 강도(단위 : N/tex)로 했다.
- [0164] [유리 클로스의 두께 : μm]
- [0165] 유리 클로스의 두께는, JIS R3420 : 2013의 항목 7.10.1 A에 의거해 평가했다.
- [0166] [유리 클로스의 질량 : g/m^2]
- [0167] 유리 클로스의 질량은, JIS R3420 : 2013의 항목 7.2에 의거해 평가했다.
- [0168] [유리 클로스의 밀도 : 단위 길이(25mm)당 유리 섬유 수]
- [0169] 유리 클로스의 밀도(직밀도)는, 경사 및 위사의 각각에 대해서, JIS R3420 : 2013의 항목 7.9에 의거해 평가했다.
- [0170] [유리 클로스의 외관]
- [0171] 유리 클로스의 외관은, 육안에 의해, 이하의 기준에 의해 평가했다. 양호(○) 및 우수(◎)를 합격으로 했다.
- [0172] 우수(◎) : 유리실에 평거 사이의 오목한 부분에 기인하는 실 엉킴이 원인인 줄무늬가 없고, 프린트 기관용으로서 전혀 문제없는 레벨이었다.
- [0173] 양호(○) : 유리실에 평거 사이의 오목한 부분에 기인하는 실 엉킴이 원인인 줄무늬를 약간 보였지만, 프린트 기관용으로서 문제없는 레벨이었다.
- [0174] 나쁨(▲) : 유리실에 평거 사이의 오목한 부분에 기인하는 실 엉킴이 원인인 줄무늬가 보이며, 프린트 기관용으로서 약간 문제 있는 레벨이었다.
- [0175] 불가(×) : 유리실에 평거 사이의 오목한 부분에 기인하는 실 엉킴이 원인인 줄무늬가 많아, 프린트 기관용으로서 문제 있는 레벨이었다.
- [0176] [유리 클로스의 개섬성]
- [0177] 유리 클로스의 개섬성은, JIS R3420 : 2013의 항목 7.13에 의거해 평가한 유리 클로스의 통기도(단위 : $\text{cm}^3/(\text{cm}^2 \cdot \text{초})$)에 의해 평가했다. 통기도가 낮을수록, 유리 클로스의 개섬성이 우수한 것을 나타낸다.

표 3

		실시예 1 2	실시예 1 3	비교예 7
유리 섬유	방사 조업성	3	3	1
글래스 양	평균 섬유 직경(μm)	4.1	4.1	4.1
	필라멘트 수	50	50	50
	변수(t e x)	1.7	1.7	1.7
	강도(N/t e x)	0.7	0.6	0.6
유리 클로스	두께(μm)	15	15	15
	질량(g/m^2)	12.7	12.7	12.7
	경사 밀도	95	95	95
	위사 밀도	95	95	95
	외관	◎	◎	◎
	통기도 ($\text{cm}^3/(\text{cm}^2 \cdot \text{초})$)	110	110	110

[0178]

[0179] 표 3에 나타난 바와 같이, 비교예 7에 비해, 실시예 12, 13에서는 유리 섬유의 방사 조업성이 향상되었다.

[0180] 본 발명은, 그 의도 및 본질적인 특징으로부터 이탈하지 않는 한, 다른 실시 형태에 적용할 수 있다. 이 명세서에 개시되어 있는 실시형태는, 모든 점에서 설명적인 것이며 이것으로 한정되지 않는다. 본 발명의 범위는, 상기 설명은 아니고 첨부한 클레임에 의해서 나타나 있으며, 클레임과 균등한 의미 및 범위에 있는 모든 변경은 그것에 포함된다.

산업상 이용가능성

[0181] 본 발명의 유리 조성물은, 유리 섬유, 예를 들면 프린트 기관용 유리 섬유, 의 제조에 이용할 수 있다. 또, 본 발명의 유리 조성물은, 유리 성형체, 예를 들면 플레이크형상 유리의 제조에 이용할 수 있다. 플레이크형상 유리는, 예를 들면, 프린트 기관의 무기 충전재로서 사용할 수 있다.