



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

(45) 공고일자 2019년05월07일  
 (11) 등록번호 10-1975637  
 (24) 등록일자 2019년04월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C03C 17/36 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 C03C 17/366 (2013.01)  
 C03C 17/3626 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2016-0088392  
 (22) 출원일자 2016년07월13일  
 심사청구일자 2017년05월08일  
 (65) 공개번호 10-2018-0007424  
 (43) 공개일자 2018년01월23일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020150065740 A\*  
 KR1020100098199 A\*  
 US05557462 A  
 W02009067263 A1  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 주식회사 케이씨씨  
 서울특별시 서초구 사평대로 344 (서초동)  
 (72) 발명자  
 강현민  
 경기도 수원시 영통구 효원로 363 113동 503호(매  
 탄동, 매탄위브하늘채)  
 오영훈  
 서울특별시 노원구 덕릉로77길 5 벽산아파트 101  
 동 802호  
 윤윤희  
 경기도 안성시 공도읍 진사길 40  
 (74) 대리인  
 특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 7 항

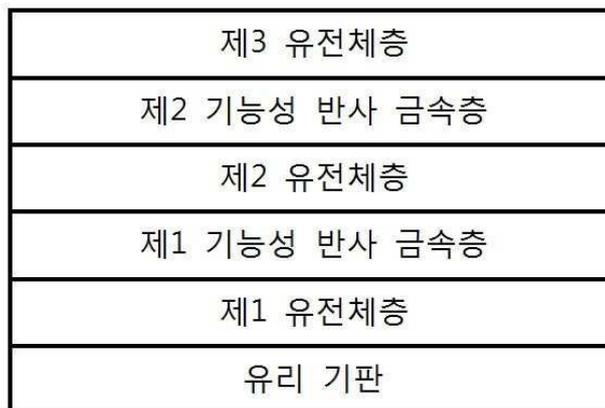
심사관 : 이영화

(54) 발명의 명칭 **저방사 유리**

**(57) 요약**

본 발명은 특정 두께비를 갖는 이중의 기능성 반사 금속층을 포함함으로써, 방사율이 0.01 내지 0.03이고 가시광선 투과율이 40% 이상이며, 뉴트럴 색상을 구현하는 저방사 유리에 관한 것이다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류

*C03C 17/3636* (2013.01)

*C03C 17/3642* (2013.01)

*C03C 17/3649* (2013.01)

*C03C 17/3652* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

유리 기판 상에 순차적으로,

제1 유전체층, 제1 기능성 반사 금속층, 제2 유전체층, 제2 기능성 반사 금속층 및 제3 유전체층이 코팅된 유리 로써,

적외선 또는 태양열선을 반사하는 제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 두께의 합이 24 내지 35nm 이며,

제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 전체 두께에 대한 제1 기능성 반사 금속층의 두께의 비율이 55% 내지 65%이고,

상기 제1 유전체층, 상기 제2 유전체층 및 상기 제3 유전체층은 각각,

Zr, Sn, Nb, Al, Sb, Mo, Cr, Ti 및 Ni로부터 선택된 하나 이상의 원소가 함유된 Si계 질화물을 포함하는 메인 유전체층; 및

Sn, Nb, Al, Sb, Mo, Cr, Ti 및 Ni로부터 선택된 하나 이상의 원소를 함유하는 Zn계 산화물을 포함하는 하나 이상의 서브 유전체층;을 포함하고,

상기 제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 각 상면 및 하면에 위치하며, Cr, Ti, Cu, Nb 및 Zr로부터 선택된 하나 이상의 원소를 함유하는 Ni 합금 또는 Ni 합금 질화물을 포함하는 제1 내지 제4 기능성 흡수 금속 보호층을 더 포함하는 것인 유리.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 관찰각  $0^\circ$  내지  $55^\circ$  에서 유리면 반사색상의  $a^*$  및  $b^*$  값이 -7 내지 1인, 유리.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 메인 유전체층은 상기 서브 유전체층보다 두께가 두꺼운 것인 유리.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제2 유전체층은 두께가 70 내지 90 nm인 유리.

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 서브 유전체층이 제1 메인 유전체층의 상면, 제2 메인 유전체층의 상면과 하면, 및 제3 메인 유전체층의 하면에 위치하는 유리.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 제3 유전체층의 상부에 위치하며,

Ti, Zr 및 Si로부터 선택된 하나 이상의 원소를 함유하는 산화물, 질화물 또는 질화산화물을 함유하는 최상부 보호층을 포함하는 유리.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 방사율이 0.01 내지 0.03이고, 가시광선 투과율이 40% 이상인, 유리.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 저방사 유리에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 건축물에서 열 손실이 가장 많은 유리(및 창호)가 최근 대면적화 경향이 두드러지고 있어 건축물의 에너지 손실이 많아질 것으로 예상되고 있다. 하지만 일반 유리에 비해 에너지 절감 효과가 우수한 로이유리의 국내 사용률이 미미하여, 고성능의 로이유리 양산기술도 확보되어 있지 않은 실정이다. 최근 에너지 절감과 관련한 제도적 장치들이 마련되면서 로이유리의 폭발적 수요가 예상되는바, 해외 기술을 대체할 국내 고성능 로이유리 생산 기술확보가 절실한 상황이다.

[0003] 또한, 최근의 건축 트렌드에 따라 건물 외장재에 있어서 미적인 역할이 부각되면서, 건물의 시각적인 면을 자유자재로 가장 잘 표현할 수 있는 건축 내외장재로서 유리가 각광을 받고 있는데, 이는 유리가 투명성을 확보함과 동시에, 조성 변화나 코팅 등에 의해 여러 색상이나 채도, 명도 등을 표출할 수 있어, 다양한 외관을 창조할 수 있기 때문이다. 이러한 이유로 최신 건물에는 외장용 부재에 있어서 유리가 차지하는 비율이 점차 늘어나고 있으며, 상업용 고층 빌딩 등의 경우에는 외장 전면이 유리로 구성되기도 한다.

[0004] 저방사 유리는 제조 공법에 따라 크게 두 가지로 분류할 수 있는데, 스퍼터링공법(Sputtering Process)에 의한 소프트로이(Soft Low-E) 유리와 상압화학기상증착법(Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition)에 의한 하드로이(Hard Low-E) 유리가 있다. 하드로이는 코팅막이 고온에서 생성된 산화막이기 때문에 후강화가 가능하고, 취급이 자유롭다는 장점이 있는 반면, 코팅막의 낮은 전기전도성으로 인해 소프트로이에 비해 단열 및 차폐 성능이 떨어진다는 결정적인 단점이 있어 대규모 보급에는 한계가 있다.

[0005] 한편, 소프트로이는 전기전도성이 가장 우수한 금속인 Ag로 코팅막이 구성되기 때문에 상대적으로 단열 및 차폐 성능이 우수하고, 또한 여러 보조막들이 포함된 다층막으로 구성되기 때문에 박막간의 간섭 관계에 의해 소비자가 원하는 다양한 특성의 제품을 공급할 수 있는 장점을 갖는다.

[0006] 이러한 저방사 유리는 심미적 관점에서 보았을 때 눈에 띄는 색상보다는 색이 거의 없는 뉴트럴(Neutral) 계열의 색상이 선호되고 있으며, 특히 건축용에서 사용하는 저방사 유리는 실외면 색상 즉, 유리면의 색상이 중요시되고 있다.

[0007] 그러나 다층코팅된 유리의 경우 각 층의 굴절률 등 광학물성이 달라 간섭효과에 의해 색상이 나타나기 때문에, 색감이 없고 명암만이 존재하는 뉴트럴 계열 색상을 이중 Ag층 저방사 유리에서 구현하기 위해서는 제한되는 조건이 많아 어려움이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은 특정 두께비를 갖는 이중의 기능성 반사 금속층을 포함함으로써, 방사율이 0.01 내지 0.03이고 가시광선 투과율이 40% 이상이며, 뉴트럴 색상을 구현하는 저방사 유리를 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 본 발명의 유리는, 유리 기판 상에 순차적으로 제1 유전체층, 제1 기능성 반사 금속층, 제2 유전체층, 제2 기능성 반사 금속층 및 제3 유전체층이 코팅된 유리으로써, 적외선 또는 태양열선을 반사하는 제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 두께의 합이 20 내지 35nm 이며, 제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 전체 두께에 대한 제1 기능성 반사 금속층의 두께의 비율이 55% 내지 65%이다.

**발명의 효과**

[0010] 본 발명의 저방사 유리를 사용하는 경우 뉴트럴 색상을 구현함과 동시에, 방사율이 0.01 내지 0.03이고 가시광

선 투과율이 40% 이상인 높은 열적 성능을 확보할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0011] 도 1은 본 발명의 저방사 유리의 개략도를 나타낸 것이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에서 제조된 저방사 유리의 개략도를 나타낸 것이다.
- 도 3은 제1 기능성 반사 금속층(Ag층)의 비율에 따른 색상 변화를 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0012] 이하, 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0013] 본 발명의 유리는, 유리 기판 상에 순차적으로 제1 유전체층, 제1 기능성 반사 금속층, 제2 유전체층, 제2 기능성 반사 금속층 및 제3 유전체층이 코팅된 유리으로써, 적외선 또는 태양열선을 반사하는 제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 두께의 합이 20 내지 35nm 이며, 제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 전체 두께에 대한 제1 기능성 반사 금속층의 두께의 비율이 55% 내지 65%이다.
- [0014] 본 발명의 유리는 도 1에 나타낸 바와 같이 제1 및 제2 기능성 반사 금속층을 포함하고, 또한 상기 기능성 반사 금속층의 두께가 특정 비율을 가짐으로써, 우수한 열적 성능 및 광학물성을 가질 수 있다.
- [0015] 본 발명의 유리는 기능성 흡수 금속 보호층과 유전체층 외에, 다른 코팅층을 포함할 수 있으며, 본 발명의 기재에 한정되지 않는다.
- [0016] 일 구체예에서, 본 발명의 유리는 도 2에 나타낸 바와 같이 유리 기판 상에 복수의 코팅층, 즉 메인 유전체층, 서브 유전체층, 기능성 흡수 금속 보호층, 기능성 반사 금속층 및 최상부 보호층이 코팅된 것일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 유리에 사용되는 유리 기판으로는 건축용 혹은 자동차용으로 사용되는 통상의 유리, 예컨대 소다라임 유리가 사용될 수 있다. 또한 사용목적에 따라 2 내지 12mm의 두께를 갖는 유리를 사용할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0019] 본 발명의 유리에서, 상기 제1, 제2 및 제3 유전체층은 각각, Zr, Sn, Nb, Al, Sb, Mo, Cr, Ti 및 Ni로부터 선택된 하나 이상의 원소가 함유된 Si계 질화물을 포함하는 메인 유전체층; 및 Sn, Nb, Al, Sb, Mo, Cr, Ti 및 Ni로부터 선택된 하나 이상의 원소를 함유하는 Zn계 산화물을 포함하는 하나 이상의 서브 유전체층;을 포함하고, 메인 유전체층은 서브 유전체층보다 두께가 두꺼운 것일 수 있다. 본 명세서에서, 제1 유전체층에 포함된 메인 유전체층과 서브 유전체층을 각각 제1 메인 유전체층과 제1 서브 유전체층으로 기재한다.
- [0020] 상기 제1 내지 제3 메인 유전체층은 강화 및 굽힘 등을 위한 열처리 시에 하부 소다라임 유리에서 확산되어 넘어오는 Na<sup>+</sup>을 차단하고, 금속층으로 전달되는 산소 또는 이온을 차단하는 역할을 한다.
- [0021] 본 발명에 있어서, 상기 제1 내지 제3 메인 유전체층은 Zr, Sn, Nb, Al, Sb, Mo, Cr, Ti 및 Ni 로부터 선택된 하나 이상의 Si계 질화물, 예컨대 Al이 함유된 Si계 질화물을 함유할 수 있다.
- [0022] 제1 유전체층 및 제3 유전체층은 본 발명의 유리의 하부 및 상부에 위치하며, 제1 내지 제3 유전체층의 두께는 10 내지 30 nm 일 수 있다. 또한 제1 유전체층과 제3 유전체층 사이에 위치하는 제2 유전체층의 두께는 70 내지 90 nm 일 수 있다. 제 2유전체의 두께가 상기 범위를 벗어나는 경우 전술한 제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 두께 비율에서 벗어나게 되어 뉴트럴 색상 구현이 어려우며, 관찰각에 따른 색상 변화가 심하다.
- [0023] 본 발명의 유리는, 상기 유전체층 사이에 각각 코팅되며, 적외선 또는 태양열선을 반사하는 제1 및 제2 기능성 반사 금속층을 포함한다. 기능성 반사 금속층의 재료는 Ag, Au, Cu, Al, Pt 및 이들의 조합으로부터 선택되는 어느 하나, 예컨대 Ag일 수 있다. Ag는 가시광선 영역에서의 높은 투과율 및 우수한 내구성에 가장 잘 부합하다. 기능성 반사 금속층은 태양열선(IR) 영역을 선택적으로 투과 또는 반사시키는 역할을 한다.
- [0024] 제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 두께의 합은 20 내지 35nm 일 수 있으며, 유리 기판에 가까운 제1 기능성 반사 금속층의 두께 비율은 제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 전체 두께에 대하여 55 내지 65% 일 수 있다. 기능성 반사 금속층의 두께의 합이 상기 범위를 벗어나는 경우 본 발명에서 요구하는 방사율 0.01~0.03을 구현하기 어려우며, 두께 비율이 상기 범위를 벗어나는 경우 뉴트럴 색상을 구현하기 어려울 수 있다.
- [0026] 본 발명의 유리는, 제1 및 제2 기능성 반사 금속층의 각 상면 및 하면에 위치하며, Cr, Ti, Cu, Nb 및 Zr로부터

선택된 하나 이상의 원소를 함유하는 Ni 합금 또는 Ni합금 질화물을 포함하는 제1 내지 제4 기능성 흡수 금속 보호층을 포함할 수 있다. 기능성 흡수 금속 보호층은 강화 및 굽힘 등을 위한 열처리 시에 공기 중의 O<sub>2</sub>의 이동을 방해하는 장벽 역할과 반사 금속층이 높은 열처리 조건에서도 안정적인 거동이 가능하도록 돕는 역할을 한다.

[0027] 도 2에서 보여지는 바와 같이 제1 기능성 반사 금속층의 상면 및 하면에 제1 및 제2 기능성 흡수 금속 보호층이 위치하고, 제2 기능성 반사 금속층의 상면 및 하면에 제3 및 제4 기능성 흡수 금속 보호층이 위치할 수 있다. 특별히 한정하지 않으나 기능성 흡수 금속 보호층의 각각의 두께는 0.5 내지 5nm 일 수 있다. 상기 두께 범위를 벗어나는 경우 가시광선 투과율 40%를 구현하기 어려울 수 있다.

[0029] 본 발명의 유리는, 제1 메인 유전체의 상면, 제2 메인 유전체의 상면과 하면, 및 제3 메인 유전체의 하면에 위치하며, Sn, Nb, Al, Sb, Mo, Cr, Ti 및 Ni 로부터 선택된 하나 이상의 원소를 함유하는 Zn계 산화물, 예컨대 Al이 함유된 Zn계 산화물을 포함하는 제1 내지 제4서브 유전체층을 포함할 수 있다. 서브유전체 층은 반사 금속층 하부에 증착되어 반사 금속층의 결정화가 잘 이루어질 수 있도록 유도하는 역할을 수행하며, 또한 반사 금속층이 열처리될 경우 상하부 유전체층으로 산소가스가 확산되는 것을 방지하고, 뭉침과 같은 광학적 결함이 발생하는 것을 억제하는 역할을 한다.

[0030] 도 2에서 보여지는 바와 같이, 제1 메인 유전체의 상면에 제1 서브 유전체층이 위치하고, 제2 메인 유전체층의 상면 및 하면에 제2 서브 유전체층 및 제3 서브 유전체층이 위치하며, 제3 메인 유전체층의 하면에 제4 서브 유전체층이 위치할 수 있다. 특별히 한정하지 않으나 서브 유전체층의 각각의 두께는 5 내지 20 nm 일 수 있다. 두께가 상기 범위를 벗어나는 경우 반사 금속층의 결정화가 잘 이루어지지 않을 수 있다.

[0032] 본 발명의 유리는, 제3 메인 유전체의 상면에 위치하며, Ti, Zr 및 Si로부터 선택된 하나 이상의 원소를 함유하는 산화물, 질화물 또는 질화산화물을 함유하는 최상부 보호층을 포함할 수 있으며, 예컨대 TiO<sub>x</sub>Ny일 수 있다. 여기서 y/x<1이고, 예컨대 x : y는, x 와 y의 합 100몰%를 기준으로, 100몰% : 0몰% 내지 75몰% : 25몰%일 수 있다.

[0033] 최상부 보호층은 표면 거칠기를 감소시켜며 내스크래치성을 증대시키고, 코팅막의 기계적 및 화학적 내구성을 증대시키는 역할을 한다. 오버코트층의 두께는 2 내지 15nm, 예컨대 2 내지 9nm이다. 2nm 미만이면 내구성이 저하될 우려가 있고, 15nm를 초과하면 투과율이 저하되거나 흐림을 발생시키는 원인이 될 수 있다.

[0035] 본 발명의 유리는 관찰각 0° 내지 55° 에서 a\* 및 b\* 값이 -7 내지 1일 수 있고, 방사율이 0.01 내지 0.03이며, 가시광선 투과율이 40% 이상일 수 있다.

[0037] 상기 CIE L\*a\*b\*는 코팅유리의 색상을 분광광도계에 의해 측정된 값을 기초로 색의 양을 표현한 지표로 색의 밝기와 색도를 나타낼 때 사용되며, 색 표시계에서 좌표로 나타낼 수 있다. L\*는 측광량으로 색의 밝기를 나타내고, a\*의 경우 플러스는 빨강, 마이너스는 초록, b\*의 경우 플러스는 노랑, 마이너스는 파랑의 색깔이 나타남을 의미한다.

[0039] 이하, 실시예 및 비교예를 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명의 범위가 이들로 한정되는 것은 아니다.

[0041] **[실시예 1 내지 3]**

[0043] 6mm 두께 투명유리에 먼저 제1 메인 유전체층을 질소/아르곤분위기 하에서 두께 15nm로 코팅하였다. 이어서 제1 서브 유전체층을 아르곤/산소분위기 하에서 10nm로 코팅하였다. 그 후 이어서 제1 기능성 흡수 금속 보호층을 1nm 두께로 코팅하고, 제1 기능성 반사 금속층 Ag를 아르곤 분위기 하에서 15nm로 코팅하였다.

[0044] 제1 기능성 반사 금속층 위에 제2 기능성 흡수 금속 보호층을 1nm 두께로 코팅하고, 그 후 제2 서브 유전체 층과 제2 메인 유전체층을 각각 10nm, 80nm로 코팅하였다.

[0045] 제2 메인 유전체층 상면에 제3 서브 유전체층을 아르곤/산소분위기 하에서 10nm로 코팅하고, 제3 기능성 흡수 금속 보호층을 1nm 두께로 코팅하였다. 그 후, 제2 기능성 반사 금속층을 9nm로 코팅 하였고, 제4 기능성 흡수 금속 보호층은 1nm로 코팅하였다. 제4 서브 유전체층은 10nm, 제3 메인 유전체층은 15nm로 코팅하였으며 마지막으로 최상부 보호층을 아르곤 질소 분위기 하에서 7nm두께로 코팅하여 실시예 1의 저방사 유리를 제작하였다.

[0047] [막구조: 제1 메인 유전체층 / 제1 서브 유전체층 / 제1 기능성 흡수 금속 보호층 / 제1 기능성 반사 금속층 (Ag) / 제2 기능성 흡수 금속 보호층 / 제2 서브 유전체층 / 제2 메인 유전체층 / 제3 서브 유전체층 / 제3 기

능성 흡수 금속 보호층 / 제2 기능성 반사 금속층(Ag) / 제4 기능성 흡수 금속 보호층 / 제4 서브 유전체층 / 제3 메인 유전체층 / 최상부 보호층]

[0049] 또한, 제1 기능성 반사 금속층, 제2 기능성 반사 금속층의 총두께를 31nm로 고정 후 제1,2 기능성 반사 금속층의 비율을 하기 표 1과 같이 변화시켜 코팅한 것을 제외하고, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 실시예 2 및 3의 저방사 유리를 제조하였다.

[0051] 각 층의 구체적인 성분

[0052] 1) 제1,2,3 메인 유전체층 : Al를 포함하는 Si계 질화물

[0053] 2) 제1,2,3,4 서브유전체층 : Al를 포함하는 Zn계 산화물

[0054] 3) 제1,2,3,4 기능성 흡수 금속보호층 : NiCr 합금

[0055] 4) 제1,2 기능성 반사 금속층 : Ag

[0056] 5) 최상부보호층 : TiOx 세라믹 재료를 포함하는 TiOxNy

[0058] [비교예 1 내지 5]

[0059] 제1 기능성 반사 금속층, 제2 기능성 반사 금속층의 총두께를 31nm로 고정 후 제1,2 기능성 반사 금속층의 비율을 하기 표 1과 같이 변화시켜 코팅한 것을 제외하고, 상기 실시예와 동일한 방법으로 저방사 유리를 제조하였다.

[0061] 상기 제조된 실시예의 유리 샘플을 아래와 같은 방법으로 열처리 하였다. 강화 유리 생산시 사용되는 일반적인 강화로에서 상 하부 온도를 약 600 내지 700℃의 온도로 유지한 상태에서, 상기 유리 샘플을 통과시켜 약 5분 동안 가열한 뒤 급냉하는 조건으로 열처리 하였다. 열처리 전 후 각 380~780nm의 파장 범위에서 D65 표준 광원 10도 KS L 2514규격에 따라 가시광 투과율 및 반사색상을 측정하였고, FT-IR로 방사율을 측정하였다. 방사율은 태양열선 반사 금속층인 Ag에 의해 측정되는 값이며, 열처리 후에도 저방사 유리로서의 성능을 가늠할 수 있게 하는 평가 물성의 하나를 나타낸다.

[0063] 상기 항목에 대한 측정 결과를 아래 표 1에 나타내었고, 제1 기능성 반사 금속층(Ag층)의 비율에 따른 색상 변화를 나타내는 그래프를 도 3에 나타내었다.

[표 1]

6T 단판 물성	가시광선 투과율	유리면 색상(정면)			제 1 기능성 반사금속층 비율	방사율
		L*	a*	b*		
실시예 1	45.5	59.7	-0.6	-3.4	59%	0.015
실시예 2	46.896	68.4093	-0.8022	-1.7698	65%	0.015
실시예 3	45.8741	50.7308	-0.0188	-3.7527	55%	0.015
비교예 1	48.8	56.7	-3.0	-21.0	42%	0.015
비교예 2	26.6	78.1	1.5	20.1	80%	0.015
비교예 3	36.17	70.3	1.9	10.5	70%	0.015
비교예 4	52.0	50.9	-8.2	-18.1	50%	0.015
비교예 5	52.6	48.2	-15.7	-24.2	40%	0.15

[0064]

[0065] 표 1에서도 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 실시예의 저방사 유리는 열적성능이 우수하여 건축용 유리 등에 사용하기에 적합하며, 정면 및 측면 관찰시에도 뉴트럴(Neutral) 유리면 색상을 나타낸다.

도면

도면1

제3 유전체층
제2 기능성 반사 금속층
제2 유전체층
제1 기능성 반사 금속층
제1 유전체층
유리 기판

도면2

최상부 보호층
제3 메인 유전체층
제4 서브 유전체층
제4 기능성 흡수 금속 보호층
제2 기능성 반사 금속층
제3 기능성 흡수 금속 보호층
제3 서브 유전체층
제2 메인 유전체층
제2 서브 유전체층
제2 기능성 흡수 금속 보호층
제1 기능성 반사 금속층
제1 기능성 흡수 금속 보호층
제1 서브 유전체층
제1 메인 유전체층
유리 기판

도면3

