



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0092439
(43) 공개일자 2015년08월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/20 (2006.01) G09F 9/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0012730
(22) 출원일자 2014년02월04일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기 용인시 기흥구 삼성로1(농서동)
(72) 발명자
김상호
경기 광명시 철산로 13-12, 103동 811호 (철산동, 쌍마한신아파트)
배종성
경기 화성시 병점2로 103, 502동 1101호 (병점동, 안화동마을주공5단지)
(74) 대리인
특허법인 고려

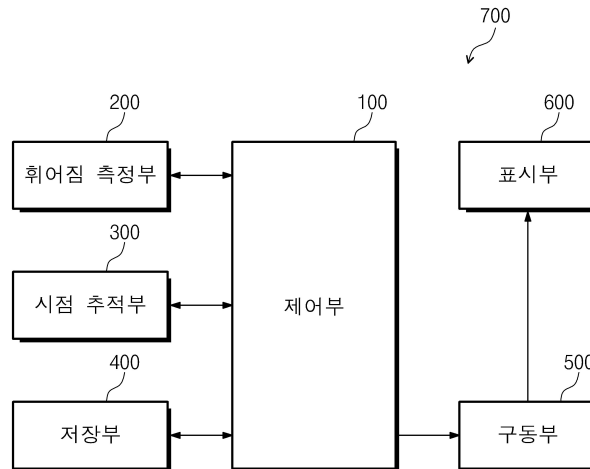
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 표시장치 및 이의 구동방법

(57) 요약

표시장치 및 이의 구동방법에서, 표시장치는 휘어진 상태에서 디스플레이가 가능하고, 절곡 지점을 기준으로 적어도 두 개의 표시면으로 구분되는 표시부; 휘어짐 값을 측정하는 적어도 하나의 센서를 포함하는 휘어짐 측정부; 뷰어의 위치를 측정하여 각 표시면과 상기 뷰어의 시점이 이루는 뷰잉 각도를 추정하는 시점 추적부; 및 상기 휘어짐 값 및 상기 뷰잉 각도에 따라서, 각 표시면 별로 표시되는 영상데이터를 보상하고, 보상된 영상 데이터를 상기 표시부를 통해 표시하도록 제어하는 제어부를 포함한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

휘어진 상태에서 디스플레이가 가능하고, 절곡 지점을 기준으로 적어도 두 개의 표시면으로 구분되는 표시부;
상기 표시부의 휘어짐 값을 측정하는 적어도 하나의 센서를 포함하는 휘어짐 측정부;
뷰어의 시점 위치를 측정하여 적어도 하나의 센서를 포함하고, 측정된 위치 정보를 출력하는 시점 추적부;
상기 휘어짐 값 및 상기 위치 정보에 따라서, 각 표시면 별로 표시되는 영상데이터를 보상하는 제어부; 및
보상된 영상 데이터를 이용하여 상기 표시부를 구동하는 구동부를 포함하는 표시장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어부는 상기 위치 정보에 근거하여 상기 각 표시면에 수직한 법선과 상기 뷰어의 시점 사이의 뷰잉 각도를 산출하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제어부는 적어도 두 개의 표시면에 대한 상기 뷰잉 각도가 실질적으로 동일한 경우, 상기 제어부는 상기 두 개의 표시면에 표시되는 영상의 크기를 실질적으로 동일 조건으로 스케일링하는 표시장치.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 제어부는 상기 휘어짐 값에 따라 상기 각 표시면의 상기 스케일링 가중치를 결정하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 휘어짐 값에 따라 상기 스케일링 가중치가 저장된 저장부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 휘어짐 값은 상기 표시면 중 서로 인접하는 두 개의 표시면이 이루는 접힘 각도를 포함하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 접힘 각도가 기 설정된 기준 접힘 각도보다 작은 경우 상기 제어부는 상기 표시부를 턴-오프시키는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 8

제2항에 있어서, 상기 제어부는 상기 각 표시면에 대한 상기 뷰잉 각도가 서로 다른 경우, 상기 각 표시면에 표시되는 영상의 크기를 다른 조건으로 스케일링하는 표시장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 뷰잉 각도가 상대적으로 큰 표시면에 대해서는 제1 가중치로 스케일링하고, 상기 뷰잉 각도가 상대적으로 작은 표시면에 대해서는 상기 제1 가중치보다 작은 제2 가중치로 스케일링하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 뷰잉 각도에 따라 스케일링 가중치가 저장된 저장부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 뷰잉 각도가 기 설정된 기준 뷰잉 각도 이상일 때, 상기 제어부는 상기 표시부의 적어도 하나의 표시면을 턴-오프시키는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 휘어짐 값은 상기 표시면 중 서로 인접하는 두 개의 표시면이 이루는 접힘 각도를 포함하는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 접힘 각도가 기 설정된 기준 접힘 각도보다 큰 경우 상기 제어부는 상기 표시부를 턴-오프시키는 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 14

휘어진 상태에서 디스플레이가 가능하고, 절곡 지점을 기준으로 적어도 두 개의 표시면으로 구분되는 표시부를 포함하는 표시장치에서,

상기 표시부의 휘어짐 값을 측정하는 단계;

뷰어의 시점 위치를 측정하여 측정된 위치 정보를 출력하는 단계;

상기 휘어짐 값 및 상기 위치 정보에 따라서, 각 표시면 별로 표시되는 영상데이터를 보상하는 단계; 및

보상된 영상 데이터를 이용하여 상기 표시부를 구동하는 단계를 포함하는 표시장치의 구동방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 영상 데이터를 보상하는 단계는 상기 위치 정보에 근거하여 상기 각 표시면에 수직한 법선과 상기 뷰어의 시점 사이의 뷰잉 각도를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 표시장치의 구동방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 영상 데이터를 보상하는 단계는,

적어도 두 개의 표시면에 대한 상기 뷰잉 각도가 실질적으로 동일한지 여부를 판단하는 단계를 더 포함하고,

판단 결과 동일하면, 상기 두 개의 표시면에 표시되는 영상의 크기를 실질적으로 동일 조건으로 스케일링하며,

상기 각 표시면에 대한 상기 뷰잉 각도가 서로 다른 경우, 상기 각 표시면에 표시되는 영상의 크기를 다른 조건으로 스케일링하는 것을 특징으로 하는 표시장치의 구동방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 휘어짐 값에 따라 상기 각 표시면의 상 기 스케일링 가중치를 결정하고, 하는 것을 특징으로 하는 표시장치의 구동방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 휘어짐 값은 상기 표시면 중 서로 인접하는 두 개의 표시면이 이루는 접힘 각도를 포함하는 것을 특징으로 하는 표시장치의 구동방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 접힘 각도가 기 설정된 기준 접힘 각도보다 작은 경우 상기 제어부는 상기 표시부를 턴-오프시키는 것을 특징으로 하는 표시장치의 구동방법.

청구항 20

제16항에 있어서, 상기 뷰잉 각도가 기 설정된 기준 뷰잉 각도 이상일 때, 상기 표시부의 적어도 하나의 표시면을 턴-오프시키는 것을 특징으로 하는 표시장치의 구동방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 표시장치 및 이의 구동방법에 관한 것으로, 특히 형상 변형이 가능한 표시장치 및 이의 구동방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 영상을 제공하는 스마트 폰, 디지털 카메라, 노트북 컴퓨터, 네비게이션, 및 텔레비전 등의 전자기기는 영상을 표시하기 위한 표시패널을 포함한다.

[0003] 일반적으로, 상기 표시패널에는 얇고 가벼운 평판 표시패널이 널리 사용되고 있으며, 상기 평판 표시패널은 액정표시패널, 유기발광표시패널, 플라즈마 표시패널, 전기영동 표시패널 등을 포함한다.

[0004] 최근에는 특정 형태로 접혀지는 접이식 표시장치 또는 휘어지는 플렉서블 표시장치가 개발되고 있다. 상기 접이식 및 플렉서블 표시장치는 얇고, 가벼우며, 깨지지 않아 IT 관련 제품뿐만 아니라 의류나 종이재질의 매체 등에서도 응용 및 적용이 가능하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 형상 변형시 발생하는 영상 왜곡을 보상하여 표시품질을 개선할 수 있는 표시장치를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 상기한 표시장치를 구동하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 측면에 따른 표시장치는 휘어진 상태에서 디스플레이가 가능하고, 절곡 지점을 기준으로 적어도 두 개의 표시면으로 구분되는 표시부; 휘어짐 값을 측정하는 적어도 하나의 센서를 포함하는 휘어짐 측정부; 뷰어의 위치를 측정하여 각 표시면과 상기 뷰어의 시점이 이루는 뷰잉 각도를 추정하는 시점 추적부; 상기 휘어짐 값 및 상기 뷰잉 각도에 따라서, 각 표시면 별로 표시되는 영상데이터를 보상하는 제어부; 및 보상된 영상 데이터를 이용하여 상기 표시부를 구동하는 구동부를 포함한다.

[0008] 본 발명의 일 측면에 따른 표시장치는 휘어진 상태에서 디스플레이가 가능하고, 절곡 지점을 기준으로 적어도 두 개의 표시면으로 구분되는 표시부를 포함한다. 상기 표시장치의 구동 방법은 상기 표시부의 휘어짐 값을 측정하는 단계; 뷰어의 시점 위치를 측정하여 측정된 위치 정보를 출력하는 단계; 상기 휘어짐 값 및 상기 위치 정보에 따라서, 각 표시면 별로 표시되는 영상데이터를 보상하는 단계; 및 보상된 영상 데이터를 이용하여 상기 표시부를 구동하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 상술한 바와 같이, 표시부의 휨에 의한 영상 왜곡이 발생하는 경우, 상기 접힘 각도 및 뷰잉 각도를 고려하여 영상 데이터가 보상함으로써, 뷰어는 기 설정된 범위 내에서는 상기 평면 영상과 유사한 형태의 영상을 시인할 수 있다.

[0010] 따라서, 상기 표시장치의 표시 품질 및 시인성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치의 개략적인 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 2a는 접이식 표시유닛을 나타낸 사시도이다.
- 도 2b는 폴딩된 상태의 접이식 표시유닛을 나타낸 사시도이다.
- 도 3a는 접이식 표시유닛의 부분 폴딩 상태를 나타낸 사시도이다.
- 도 3b는 부분 폴딩된 접이식 표시유닛의 측면도이다.
- 도 4a 내지 도 4b는 접힘 각도에 따라 접이식 표시유닛에 표시되는 영상을 나타낸 도면들이다.
- 도 5a 내지 도 5c는 뷰어의 시점과 제1 및 제2 표시면 사이의 제1 및 제2 뷰잉 각도를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 z축 방향에서 뷰어의 시점과 제1 표시면 사이의 제1 방위각 및 x-y 평면 상에서 뷰어의 시점과 제2 표시면 사이의 제2 방위각을 나타낸 도면이다.
- 도 7a 내지 도 7d는 뷰잉 각도에 따른 제어부의 구동 방법을 나타낸 도면들이다.
- 도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 3단 접이식 표시유닛을 나타낸 도면들이다.
- 도 9a 내지 도 9c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플렉서블 표시유닛을 나타낸 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0013] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0014] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "아래에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.
- [0015] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치의 개략적인 구성을 나타내는 블록도이다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치(700)는 제어부(100), 휘어짐 측정부(200), 시점 추적부(300), 저장부(400), 구동부(500) 및 표시부(600)를 포함할 수 있다.
- [0018] 표시부(600)는 동작 중에 발생하는 상태 정보, 숫자와 문자들, 동영상 및 정지 영상 등을 디스플레이한다. 또한, 상기 표시부(600)는 적어도 한번 이상 폴딩이 가능한 접이식 표시유닛을 포함하거나, 플라스틱 등과 같이 유연성 있는 재료를 사용하여 종이처럼 휘어지는 것이 가능한 플렉서블 표시유닛을 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 예로, 상기 표시부(600)는 휘어진 상태에서 디스플레이가 가능하고, 절곡 지점을 기준으로 적어도 두 개의 표시면으로 구분될 수 있다. 상기 표시부(600)가 상기 접이식 표시유닛으로 이루어진 경우, N(N은 2 이상의 정수)개의 표시면을 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명에서, 상기 표시부(600)가 부분 폴딩 상태이거나 휘어진 상태에서도 펼쳐진(un-folded) 상태에서 표시되

는 영상(즉, 평면 영상)과 유사한 영상을 표시할 수 있다. 그러기 위해, 상기 표시장치(700)는 상기 휘어짐 측정부(200), 상기 시점 추적부(300) 및 상기 저장부(400)를 포함하고, 상기 제어부(100)는 상기 휘어짐 측정부(200), 상기 시점 추적부(300) 및 상기 저장부(400)로부터의 정보를 근거로 상기 표시부(600)로 공급되는 영상 데이터를 보상한다.

- [0021] 상기 휘어짐 측정부(200)는 상기 표시부(600)의 형상 변형을 측정할 수 있는 힘 측정 센서들을 포함할 수 있다. 상기 힘 측정 센서들은 자이로(gyro) 센서 또는 스트레인(strain) 센서 일 수 있다. 이하에서는, 상기 자이로 센서를 예로 들어 설명하기로 한다.
- [0022] 상기 휘어짐 측정부(200)는 상기 자이로 센서 등을 통해 상기 표시부(600)의 휘어짐 값을 측정할 수 있다.
- [0023] 상기 시점 추적부(300)는 상기 표시부(600)를 바라보는 뷰어의 뷰잉 위치를 측정하는 위치 추적 센서들을 포함할 수 있다. 상기 위치 추적 센서는 광 센서 또는 모션 감지 센서 등을 이용하여 뷰어의 뷰잉 위치를 검출할 수 있다.
- [0024] 상기 제어부(100)는 상기 휘어짐 측정부(200)로부터의 상기 휘어짐 값에 근거하여 서로 인접하는 두 개의 표시면 사이의 접힘 각도를 산출할 수 있다. 또한, 상기 제어부(100)는 상기 위치 추적 센서에 의해서 검출된 상기 뷰어의 위치 정보를 근거로 각 표시면과 상기 뷰어의 시점이 이루는 뷰잉 각도를 산출할 수 있다.
- [0025] 상기 접힘 각도 및 상기 뷰잉 각도에 대한 정보를 근거로 각 표시면에 제공되는 영상 데이터를 보상한다. 상기 제어부(100)는 상기 영상을 보상하는데 있어서, 보상 테이블이 저장된 저장부(400)를 참조할 수 있다. 상기 보상 테이블에는 상기 접힘 각도 및 상기 뷰잉 각도에 따른 보상값(예를 들어, 스케일링에 필요한 가중치 등)이 저장된다.
- [0026] 상기 제어부(100)는 상기 보상된 영상 데이터를 상기 구동부(500)로 전송하고, 상기 구동부(500)는 상기 영상 데이터를 상기 표시부(600)를 구동하기 위한 데이터 전압으로 변환하여 상기 표시부(600)로 공급한다.
- [0027] 이처럼, 힘에 의한 영상 왜곡이 발생하는 경우, 상기 접힘 각도 및 뷰잉 각도를 고려하여 영상 데이터가 보상되면, 뷰어는 기 설정된 범위 내에서는 상기 평면 영상과 유사한 형태의 영상을 시인할 수 있다. 따라서, 상기 표시장치(700)의 표시 품질 및 시인성을 향상시킬 수 있다.
- [0028] 도 2a는 접이식 표시유닛을 나타낸 사시도이고, 도 2b는 폴딩된 상태의 접이식 표시유닛을 나타낸 사시도이다.
- [0029] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 도 1에 도시된 표시부(600)는 접이식 표시유닛(610)을 포함할 수 있다. 상기 접이식 표시유닛(610)은 제1 표시유닛(620) 및 제2 표시유닛(630)을 포함한다. 상기 제1 표시유닛(620)에는 제1 표시면(621)이 정의되고, 상기 제2 표시유닛(630)에는 상기 제2 표시면(631)이 정의된다.
- [0030] 도 2a에 도시된 바와 같이, 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)은 펼쳐진 경우, 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631) 사이의 접힘 각도는 실질적으로 180°이다. 따라서, 상기 접이식 표시유닛(600)은 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631)에 동시에 영상을 표시할 수 있는 더블 스크린 모드로 동작할 수 있다.
- [0031] 한편, 도 2b에 도시된 바와 같이, 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)이 완전히 접혀진 경우, 또는 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631) 사이의 접힘 각도가 기 설정된 기준 접힘 각도 이하일 경우 상기 접이식 표시유닛(610)은 턴-오프될 수 있다.
- [0032] 본 발명의 일 예로, 상기 접이식 표시유닛(610)은 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631)이 서로 마주하는 방향(in-folded direction) 또는 그 반대 방향(out-folded direction)으로 접힘이 가능하다.
- [0033] 상기 제1 표시유닛(620)은 상기 제1 표시면(621) 주변에 정의된 제1 주변영역(622)을 포함하고, 상기 제2 표시유닛(630)은 상기 제2 표시면(631) 주변에 정의된 제2 주변영역(632)을 포함한다.
- [0034] 상기 제1 주변 영역(622)에는 제1 자이로 센서(651) 및 제1 위치 추적 센서(661)가 구비될 수 있고, 상기 제2 주변 영역(632)에는 제2 자이로 센서(652) 및 제2 위치 추적 센서(662)가 구비될 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 예로, 상기 제1 및 제2 자이로 센서(651, 652)가 상기 제1 및 제2 주변 영역(622, 632)에 하나씩 구비된 구조를 도시하였으나, 상기 제1 및 제2 자이로 센서(651, 652)는 다수개로 이루어져 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630) 각각의 가로 방향 및 세로 방향을 따라서 서로 이격하여 배치될 수 있다.
- [0036] 또한 본 발명의 일 예로, 상기 제1 및 제2 위치 추적 센서(661, 662)가 상기 제1 및 제2 주변 영역(622, 632)에 하나씩 구비된 구조를 도시하였으나, 상기 제1 및 제2 위치 추적 센서(661, 662)는 다수개로 이루어져 상기 제1

및 제2 표시유닛(620, 630) 각각의 가로 방향 및 세로 방향을 따라서 서로 이격하여 배치될 수 있다.

- [0037] 도면에 도시하지는 않았지만, 상기 접이식 표시유닛(610)은 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)을 결합하는 결합 유닛을 더 포함한다. 상기 결합 유닛은 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)을 힌지 결합시킬 수 있다.
- [0038] 도 3a는 접이식 표시유닛의 부분 폴딩 상태를 나타낸 사시도이고, 도 3b는 부분 폴딩된 접이식 표시유닛의 측면도이다.
- [0039] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)은 힌지축을 기준으로 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631)이 서로 마주하는 방향으로 접히는 경우를 도시하였다.
- [0040] 도 3b에서는 중력 방향에 평행한 방향을 제1 방향(D1)이라 정의하고, 상기 제1 방향(D1)에 수직인 방향을 제2 방향(D2)으로 정의한다.
- [0041] 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)이 중력 방향에 대해서 평행하게 펼쳐진 언-폴디드(unfolded) 상태의 경우, 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)은 상기 중력 방향에 평행하다. 언-폴디드 상태에서 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)에 각각 구비된 상기 제1 및 제2 자이로 센서(651, 652)에 의해서 측정된 제1 및 제2 휨 각도(θ_a , θ_b)는 각각 0° 이 된다.
- [0042] 그러나, 도 3b에 도시된 바와 같이, 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)이 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631)이 서로 마주하는 방향으로 부분 폴딩된 경우, 상기 제1 표시유닛(620)과 중력 방향 사이에는 제1 휨 각도(θ_a)가 생성되고, 상기 제2 표시유닛(630)과 상기 중력 방향 사이에는 제2 휨 각도(θ_b)가 생성될 수 있다.
- [0043] 여기서, 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631)이 이루는 접힘 각도(θ)는 180° 에서 상기 제1 및 제2 휨 각도(θ_a , θ_b)의 합을 뺀 각도로 정의될 수 있다.
- [0044] 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631)이 이루는 상기 접힘 각도(θ)가 작아질수록 상기 접이식 표시유닛(610)에 표시되는 영상의 왜곡이 심해진다. 따라서, 상기 제어부(100)는 상기 접힘 각도(θ)에 따라서 상기 표시부(600)로 제공되는 영상 데이터를 보상한다. 예를 들어, 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631)에 표시되는 영상의 크기를 상기 접힘 각도(θ)에 따라서 각각 스케일링하여, 상기 접힘 각도(θ)로 부분 폴딩시에도 평면 영상의 크기와 실질적으로 동일한 크기의 영상이 표시되도록 제어할 수 있다.
- [0045] 도 4a 내지 도 4b는 접힘 각도에 따라 접이식 표시유닛에 표시되는 영상을 나타낸 도면들이다.
- [0046] 도 4a를 참조하면, 상기 접힘 각도(θ)가 180° 인 경우 접이식 표시유닛(610)에 'A'자가 제1 크기로 표시된다.
- [0047] 도 4b 및 도 4c에 도시된 바와 같이, 상기 접힘 각도(θ)가 상기 180° 보다 작아지는 경우 상기 접이식 표시유닛(610)에 표시되는 'A'자의 크기는 상기 제1 크기를 유지된다. 이는, 상기 제어부(100)가 상기 접힘 각도(θ)에 따라서 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631)으로 공급되는 영상 데이터를 보상함으로써, 구현될 수 있다.
- [0048] 이처럼, 상기 접이식 표시유닛(610)의 형상이 변형되면, 그 형상 변형을 실시간으로 센싱하여, 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631)에 표시되는 영상을 스케일링함으로써, 영상 왜곡을 방지하여 표시품질을 개선할 수 있다.
- [0049] 도 5a 내지 도 5c는 뷰어의 시점과 제1 및 제2 표시면 사이의 제1 및 제2 뷰잉 각도를 나타낸 도면이다.
- [0050] 도 5a를 참조하면, 상기 제1 표시면(621)과 수직인 법선은 제1 가상선(V1)으로 정의되고, 상기 제2 표시면(631)과 수직인 법선은 제2 가상선(V2)으로 정의된다.
- [0051] 상기 제1 표시유닛(620)에는 상기 뷰어의 위치를 추적하는 제1 위치 정보 센서(661)가 구비되고, 상기 제2 표시유닛(630)에는 상기 뷰어의 위치를 추적하는 제2 위치 정보 센서(662)가 구비된다. 상기 제1 및 제2 위치 정보 센서(661, 662)는 각자 센싱한 상기 뷰어의 위치 정보를 상기 제어부(100)로 전송할 수 있다.
- [0052] 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 위치 정보 센서(661, 662)로부터 수신한 뷰어 위치 정보 및 상기 제1 및 제2 자이로 센서(651, 652)로부터 수신하는 휨 정보를 수신한다. 상기 제어부(100)는 상기 뷰어 위치 정보 및 상기 휨 정보를 근거로 상기 제1 가상선(V1)과 상기 뷰어의 시점이 이루는 제1 뷰잉 각도(θ_1)를 산출하고, 상기 제2 가상선(V2)과 상기 뷰어의 시점이 이루는 제2 뷰잉 각도(θ_2)를 산출한다.
- [0053] 도 5a에 도시된 바와 같이, 상기 제1 및 제2 뷰잉 각도(θ_1 , θ_2)가 서로 동일한 경우, 상기 제어부(100)는 상기 제1 각도(θ)에 따라서 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)으로 제공되는 영상 데이터를 보상한다. 즉, 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 뷰잉 각도(θ_1 , θ_2)가 동일하므로, 상기 제1 표시유닛(620)과 상기 제2 표시

시유닛(630)에 표시되는 영상을 동일 조건으로 스케일링할 수 있다.

- [0054] 도 5b를 참조하면, 상기 제2 뷰잉 각도(Θ_2)가 상기 제1 뷰잉 각도(Θ_1)보다 작은 경우, 상기 뷰어는 상기 제2 표시유닛(630)을 상기 제1 표시유닛(620)보다 정면에서 바라볼 수 있다. 즉, 상기 뷰어가 봤을 때 상기 제2 표시유닛(630)의 영상보다 상기 제1 표시유닛(620)의 영상이 더 왜곡되어 보일 수 있다.
- [0055] 따라서, 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 표시유닛(610, 620)으로 제공되는 영상 데이터를 보상하는데 있어서, 상기 각 표시면에 표시되는 영상의 크기를 다른 조건으로 스케일링한다.
- [0056] 상기 제2 뷰잉 각도(Θ_2)가 상기 제1 뷰잉 각도(Θ_1)보다 작은 경우, 상기 제1 표시유닛(620)의 영상이 더 왜곡되어 보일 수 있다. 따라서, 상기 제어부(100)는 상기 제2 표시유닛(630)에 대해서는 제1 가중치로 스케일링하고, 상기 제1 표시유닛(620)에 대해서는 상기 제1 가중치보다 큰 제2 가중치로 스케일링할 수 있다.
- [0057] 도 5c를 참조하면, 상기 제1 뷰잉 각도(Θ_1)가 상기 제2 뷰잉 각도(Θ_2)보다 작은 경우, 상기 뷰어는 상기 제1 표시유닛(620)을 상기 제2 표시유닛(630)보다 정면에 근접한 위치에서 바라볼 수 있다. 즉, 상기 뷰어가 봤을 때 상기 제1 표시유닛(620)의 영상보다 상기 제2 표시유닛(630)의 영상이 더 왜곡되어 보일 수 있다.
- [0058] 따라서, 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 표시유닛(620, 630)으로 제공되는 영상 데이터를 보상하는데 있어서, 상기 각 표시면에 표시되는 영상의 크기를 다른 조건으로 스케일링한다.
- [0059] 상기 제2 뷰잉 각도(Θ_2)가 상기 제1 뷰잉 각도(Θ_1)보다 큰 경우, 상기 제2 표시유닛(630)에 표시되는 영상이 더 왜곡되어 보일 수 있다. 따라서, 상기 제어부(100)는 상기 제2 표시유닛(630)에 대해서는 제3 가중치로 스케일링하고, 상기 제1 표시유닛(620)에 대해서는 상기 제3 가중치보다 작은 제4 가중치로 스케일링할 수 있다.
- [0060] 또한, 상기 접힘 각도(Θ)가 변화되는 경우, 상기 제1 내지 제4 가중치는 상기 접힘 각도(Θ)에 따라서도 달라질 수 있다. 예를 들어, 상기 접힘 각도(Θ)가 감소할수록 상기 제1 내지 제4 가중치를 증가시켜 상기 영상의 크기를 증가시키는 확대 스케일링을 실시할 수 있다.
- [0061] 도 6은 z축 방향에서 뷰어의 시점과 제1 표시면 사이의 제1 방위각 및 x-y 평면 상에서 뷰어의 시점과 제2 표시면 사이의 제2 방위각을 나타낸 도면이다.
- [0062] 도 6을 참조하면, 상기 제2 표시면(631)과 수직인 상기 제2 가상선(V2)이 z축 방향으로 평행하게 배치될 때, 상기 x-y 평면은 상기 제2 표시면(631)과 평행한 면으로 정의될 수 있다.
- [0063] 상기 제2 위치 추적 센서(662)로부터 센싱된 정보를 통해, 상기 제어부(100)는 상기 뷰어의 시점에 대한 구면 좌표값을 산출할 수 있다. 또한, 상기 제어부(100)는 상기 구면 좌표값을 근거로, 상기 뷰어 시점이 상기 z축과 상기 x-y 평면 사이에서 이루는 각도를 제1 방위각(Θ_2)(도 5a 내지 도 5c에서의 제2 뷰잉 각도)으로 산출하고, 상기 x-y 평면 상에서 상기 뷰어의 시점과 상기 x축과의 사이의 각도를 제2 방위각(ϕ_1)으로 산출할 수 있다.
- [0064] 상기 제1 방위각(Θ_2) 및 상기 제2 방위각(ϕ_1)에 따라서 상기 제어부(100)는 상기 제2 표시유닛(630)으로 공급되는 영상 데이터를 보상한다. 따라서, 상기 뷰어의 시점에 따라서 상기 제2 표시면(631)에 표시되는 영상이 왜곡되어 시인되는 현상을 방지할 수 있다.
- [0065] 도면에 도시하지는 않았지만, 상기 제1 표시면(621)에 수직인 제1 가상선(V1, 도 5a 내지 도 5c에 도시됨)에 평행한 축을 설정하고, 상기 z축에 수직인 상기 x-y 평면을 정의하여 상기 제어부(100)는 상기 제1 위치 추적 센서(661)로부터의 센싱 정보를 통해 상기 뷰어의 시점에 대한 구면 좌표값을 산출할 수 있다. 산출된 구면 좌표값을 근거로 상기 제1 표시면(621)에 대한 상기 제1 및 제2 방위각을 산출하고, 산출된 상기 제1 및 제2 방위각에 따라서 상기 제1 표시 유닛(620)으로 공급되는 영상 데이터를 보상할 수 있다.
- [0066] 이처럼, 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 표시 유닛(620, 630)의 접힘 각도(Θ) 뿐만 아니라, 상기 뷰어의 시점과 이루는 상기 제1 및 제2 뷰잉 각도(Θ_1, Θ_2)에 따라서 상기 접이식 표시유닛(610)의 상기 제1 및 제2 표시면(621, 631)에 표시되는 영상을 각각 보상한다. 따라서, 상기 표시장치(100)(도 1에 도시됨)는 상기 뷰어가 기 설정된 범위 내에서는 상기 평면 영상과 유사한 형태의 영상을 시인할 수 있도록 하여, 표시 품질 및 시인성을 향상시킬 수 있다.
- [0067] 도 7a 내지 도 7d는 뷰잉 각도에 따른 제어부의 구동 방법을 나타낸 도면들이다.
- [0068] 도 7a를 참조하면, 상기 제어부(100)는 먼저 뷰어가 왜곡없이 영상을 시인할 수 있는 기준 각도(Θ_r)를 설정할 수 있다. 상기 기준 각도(Θ_r)가 설정된 경우, 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 위치 추적 센서(661, 662)

를 통해 각각 감지된 위치 정보를 근거로 상기 뷰어와 상기 제1 및 제2 가상선(V1, V2)이 각각 이루는 제1 및 제2 뷰잉 각도(θ_1 , θ_2)를 산출한다.

[0069] 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 뷰잉 각도(θ_1 , θ_2)를 상기 기준 각도(θ_r)와 비교한다. 비교 결과, 상기 제1 뷰잉 각도(θ_1)가 상기 기준 각도(θ_r)보다 작고, 상기 제2 뷰잉 각도(θ_2)가 상기 기준 각도(θ_r)보다 작은 경우, 상기 제어부(100)는 상기 뷰어가 상기 제1 및 제2 표시 유닛(620, 630)의 영상을 모두 시인할 수 있는 위치에 있다고 판단한다. 따라서, 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 뷰잉 각도(θ_1 , θ_2)에 근거하여 상기 제1 및 제2 표시 유닛(620, 630)으로 각각 공급되는 영상 데이터를 보상한다.

[0070] 한편, 도 7b를 참조하면, 비교 결과 상기 제1 뷰잉 각도(θ_1)가 상기 기준 각도(θ_r)보다 작고, 상기 제2 뷰잉 각도(θ_2)가 상기 기준 각도(θ_r)보다 큰 경우, 상기 제어부(100)는 상기 뷰어가 상기 제1 표시 유닛(620)의 영상은 시인할 수 있으나, 상기 제2 표시 유닛(630)의 영상은 시인할 수 없다고 판단한다. 따라서, 상기 제어부(100)는 상기 제2 표시 유닛(630)은 턴-오프시키고, 상기 제1 표시 유닛(620)만을 턴-온시킨다. 또한, 상기 제1 뷰잉 각도(θ_1)에 근거하여 상기 제1 표시 유닛(620)으로 공급되는 영상 데이터를 보상한다.

[0071] 도 7c에 도시된 바와 같이, 비교 결과 상기 제1 뷰잉 각도(θ_1)가 상기 기준 각도(θ_r)보다 크고, 상기 제2 뷰잉 각도(θ_2)가 상기 기준 각도(θ_r)보다 작은 경우, 상기 제어부(100)는 상기 뷰어가 상기 제2 표시 유닛(630)의 영상은 시인할 수 있으나, 상기 제1 표시 유닛(620)의 영상은 시인할 수 없다고 판단한다. 따라서, 상기 제어부(100)는 상기 제1 표시 유닛(620)은 턴-오프시키고, 상기 제2 표시 유닛(630)만을 턴-온시킨다. 또한, 상기 제2 뷰잉 각도(θ_2)에 근거하여 상기 제2 표시 유닛(630)으로 공급되는 영상 데이터를 보상한다.

[0072] 도 7d를 참조하면, 비교 결과 상기 제1 뷰잉 각도(θ_1)가 상기 기준 각도(θ_r)보다 크고, 상기 제2 뷰잉 각도(θ_2)가 상기 기준 각도(θ_r)보다 큰 경우, 상기 제어부(100)는 상기 뷰어가 상기 제1 및 제2 표시 유닛(620, 630)의 영상을 모두 시인할 수 없다고 판단한다. 따라서, 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 표시 유닛(620, 630)을 턴-오프시킨다.

[0073] 도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 3단 접이식 표시유닛을 나타낸 도면들이다.

[0074] 도 8a를 참조하면, 3단 접이식 표시유닛(800)은 제1 내지 제3 표시면(811, 821, 831)을 포함하고, 상기 제1 내지 제3 표시면(811, 821, 831)은 제1 방향(D1)으로 순차적으로 형성된다. 상기 제1 표시면(811)의 양측부(예를 들어, 제2 및 제3 방향으로의 양단부)(812, 813)에는 제1 자이로 센서(841) 및 제1 위치 추적 센서(851)가 각각 구비된다. 상기 제2 표시면(821)의 양측부(822, 823)에는 제2 자이로 센서(842) 및 제2 위치 추적 센서(852)가 각각 구비되며, 상기 제3 표시면(831)의 양측부(822, 823)에는 제3 자이로 센서(843) 및 제3 위치 추적 센서(853)가 각각 구비된다.

[0075] 상기 제1 내지 제3 자이로 센서(841, 842, 843)의 위치 및 개수와 상기 제1 내지 제3 위치 추적 센서(851, 852, 853)의 위치 및 개수는 이에 제한되지 않는다.

[0076] 도 8b를 참조하면, 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 자이로 센서(841, 842)로부터 센싱된 정보를 이용하여 상기 제1 표시면(811)과 상기 제2 표시면(821) 사이의 제1 접힘 각도(θ_3)를 산출할 수 있다. 또한, 상기 제어부(100)는 상기 제2 및 제3 자이로 센서(842, 843)로부터 센싱된 정보를 이용하여 상기 제2 표시면(821)과 상기 제3 표시면(831) 사이의 제2 접힘 각도(θ_4)를 산출할 수 있다.

[0077] 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 접힘 각도(θ_3 , θ_4)를 각각 기 설정된 기준 접힘 각도와 비교한다. 비교 결과, 상기 제1 및 제2 접힘 각도(θ_3 , θ_4)가 상기 기준 접힘 각도보다 작은 경우, 상기 제1 내지 제3 표시면(811, 821, 831)을 모두 턴-오프시킨다. 예를 들어, 도 8c와 같이 상기 3단 접이식 표시유닛(800)이 3단으로 접혀진 경우, 상기 제1 내지 제3 표시면(811, 821, 831)을 모두 턴-오프시킬 수 있다.

[0078] 한편, 상기 제1 표시면(811)과 상기 제2 표시면(821) 사이의 제1 접힘 각도(θ_3)가 상기 기준 접힘 각도보다 작고, 상기 제2 접힘 각도(θ_4)가 상기 기준 접힘 각도보다 큰 경우, 상기 제1 및 제2 표시면(811, 821)이 턴-오프되고, 상기 제3 표시면(831)이 턴-온될 수 있다. 이 경우, 상기 뷰어의 시점에 다른 영상 데이터의 보상은 상기 제3 위치 추적 센서(853)가 센싱한 정보를 근거로 이루어질 수 있다.

[0079] 반대로, 상기 제1 표시면(811)과 상기 제2 표시면(821) 사이의 상기 제1 접힘 각도(θ_3)가 상기 기준 접힘 각도보다 크고, 상기 제2 접힘 각도(θ_4)가 상기 기준 접힘 각도보다 작은 경우, 상기 제2 및 제3 표시면(821, 831)이 턴-오프시키고, 상기 제1 표시면(811)이 턴-온될 수 있다. 이 경우, 상기 뷰어의 시점에 다른 영상 데이터의 보상은 상기 제1 위치 추적 센서(851)가 센싱한 정보를 근거로 이루어질 수 있다.

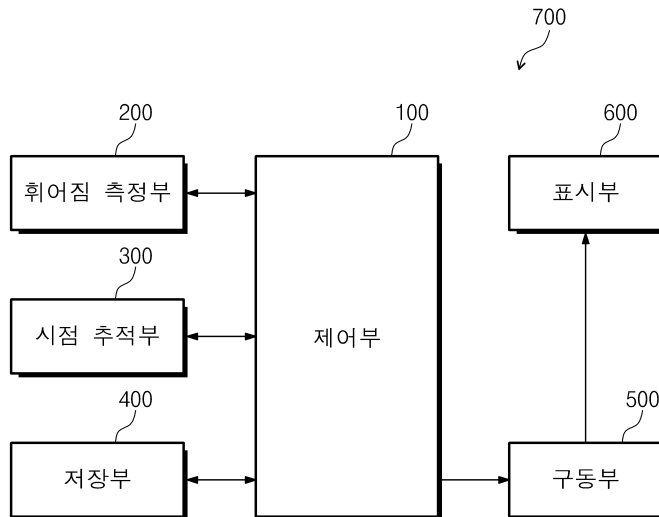
- [0080] 마지막으로, 상기 제1 접힘 각도(θ_3)가 상기 기준 접힘 각도보다 큰 경우, 상기 제1 내지 제3 표시면(811, 821, 831)을 모두 턴-온시킨다. 이 경우, 상기 제어부(100)는 상기 제1 내지 제3 위치 추적 센서(851, 852, 853)가 각각 센싱한 정보들에 근거하여 상기 제1 내지 제3 표시면(811, 821, 831) 각각의 영상 데이터를 보상한다.
- [0081] 구체적으로, 상기 제어부(100)는 상기 제1 표시면(811)에 대한 상기 뷰어의 제1 뷰잉 각도(미도시)를 산출하고, 상기 제1 뷰잉 각도에 따라 상기 제1 표시면(811)으로 공급되는 영상 데이터를 보상한다. 또한, 상기 제어부(100)는 상기 제2 및 제3 표시면(821, 831)에 대한 상기 뷰어의 제2 및 제3 뷰잉 각도를 각각 산출하고, 상기 제2 및 제3 뷰잉 각도(미도시)에 따라 상기 제2 및 제3 표시면(821, 831)으로 공급되는 영상 데이터를 각각 보상한다.
- [0082] 도 9a 내지 도 9c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플렉서블 표시유닛을 나타낸 도면들이다.
- [0083] 도 9a를 참조하면, 플렉서블 표시유닛(900)은 기준선을 중심으로 제1 및 제2 표시면(910, 920)으로 구분된다. 상기 제1 및 제2 표시면(910, 920)은 상기 기준선을 포함하도록 연결되어 하나의 화면을 형성한다. 상기 제1 및 제2 표시면(910, 920)을 감싸는 주변 영역에는 상기 제1 및 제2 자이로 센서(931, 932) 및 제1 및 제2 위치 추적 센서(941, 942)가 구비될 수 있다. 예를 들어, 상기 기준선을 기준으로 상기 제1 표시면(910) 측에 구비된 제1 주변 영역(911)에는 상기 제1 자이로 센서(931) 및 제1 위치 추적 센서(941)가 구비되고, 상기 기준선을 기준으로 상기 제2 표시면(920) 측에 구비된 제2 주변 영역(922)에는 상기 제2 자이로 센서(932) 및 제2 위치 추적 센서(942)가 구비된다.
- [0084] 상기 제1 및 제2 자이로 센서(931, 932)의 위치 및 개수와 상기 제1 및 제2 위치 추적 센서(941, 942)의 위치 및 개수는 이에 제한되지 않는다.
- [0085] 도 9b를 참조하면, 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 자이로 센서(931, 932)로부터 센싱된 정보를 이용하여 상기 제1 표시면(910)과 상기 제2 표시면(920) 사이의 접힘 각도(θ)를 산출할 수 있다.
- [0086] 상기 제어부(100)는 상기 접힘 각도(θ)가 180° 보다 작은 경우, 제1 및 제2 표시면(910, 920)이 서로 마주하는 방향으로 접혀지는 인-폴디드(in-folded) 상태로 판단한다.
- [0087] 그러나, 도 9c에 도시된 바와 같이 상기 접힘 각도(θ)가 180° 보다 큰 경우, 상기 제1 및 제2 표시면(910, 920)이 서로 마주하는 방향과 반대하는 방향으로 접혀지는 아웃-폴디드(out-folded) 상태로 판단한다.
- [0088] 상기 저장부(400, 도 1에 도시됨)는 상기 인-폴디드 상태 및 상기 아웃-폴디드 상태에 따라 다른 가중치가 저장된 보상 테이블을 더 포함할 수 있다.
- [0089] 상기 인-폴디드 상태에서 상기 평면 영상은 축소된 것으로 시인되지만, 상기 아웃-폴디드 상태에 상기 평면 영상은 확대된 것으로 시인된다. 따라서, 상기 제어부는 상기 인-폴디드 상태인 경우 영상 크기를 확대시키는 스케일링을 위한 영상 데이터 보상을 실시하고, 상기 아웃-폴디드 상태인 경우 영상 크기를 축소시키는 스케일링을 위한 영상 데이터 보상을 실시한다.
- [0090] 다시 도 9b 및 도 9c를 참조하면, 상기 제1 표시면(910)의 중심에 위치하는 제1 지점(P1)을 지나는 접선에 수직인 법선을 제1 가상선(V1)이라 정의하고, 상기 제2 표시면(920)의 중심에 위치하는 제2 지점(P2)을 지나는 접선에 수직인 법선을 제2 가상선(V2)이라 정의할 수 있다.
- [0091] 상기 제어부(100)는 상기 인-폴디드 상태에서, 상기 제1 및 제2 위치 추적 센서(941, 942)로부터 센싱한 정보를 근거로 상기 뷰어가 상기 제1 가상선(V1)과 상기 제2 가상선(V2)과 각각 이루는 제1 및 제2 뷰잉 각도(θ_1 , θ_2)를 산출할 수 있다.
- [0092] 상기 제어부(100)는 상기 제1 및 제2 뷰잉 각도(θ_1 , θ_2)를 근거로 상기 제1 및 제2 표시면(910, 920)에 각각 표시되는 영상을 보상할 수 있다. 상기 제1 및 제2 뷰잉 각도(θ_1 , θ_2)를 근거로 상기 제1 및 제2 표시면(910, 920)에 각각 표시되는 영상을 보상하는 방법에 대해서는 도 1 내지 도 8c에 기술된 내용과 유사하므로, 구체적인 설명은 생략한다.
- [0093] 이상 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

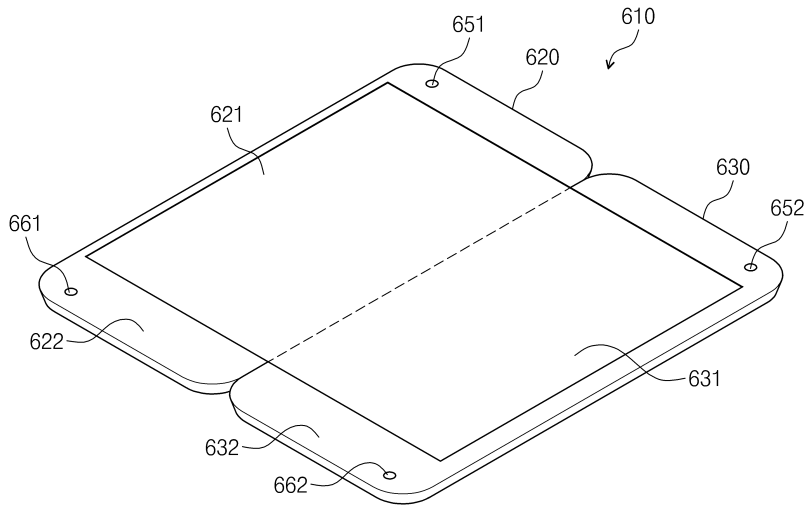
- [0094] 100 : 제어부 200 : 휘어짐 측정부
300 : 시점 추적부 400 : 저장부
500 : 구동부 600 : 표시부
700 : 표시장치 610 : 접이식 표시유닛
620 : 제1 표시유닛 630 : 제2 표시유닛
651, 652 : 제1 및 제2 자이로 센서
661, 662 : 제1 및 제2 위치 추적 센서
800 : 3단 접이식 표시유닛 900 : 플렉서블 표시유닛

도면

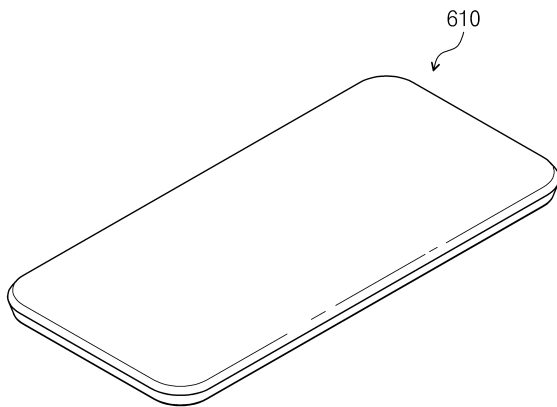
도면1



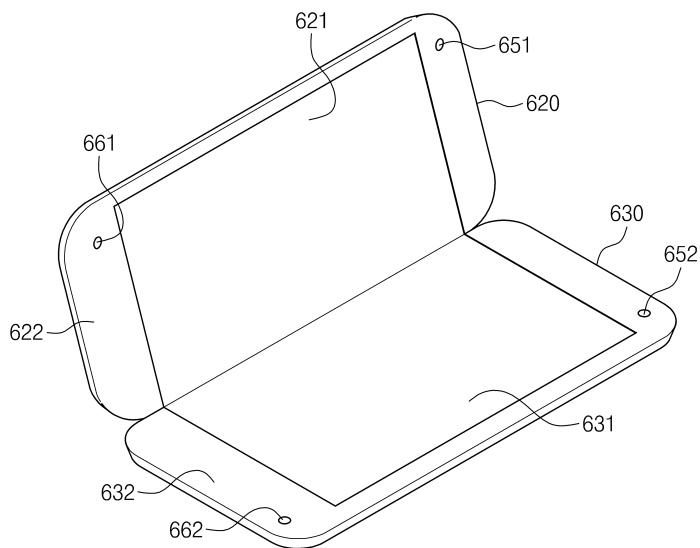
도면2a



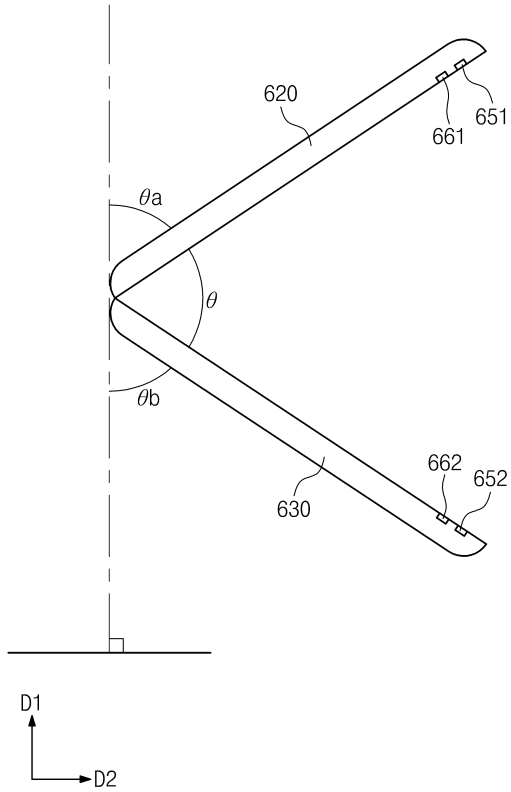
도면2b



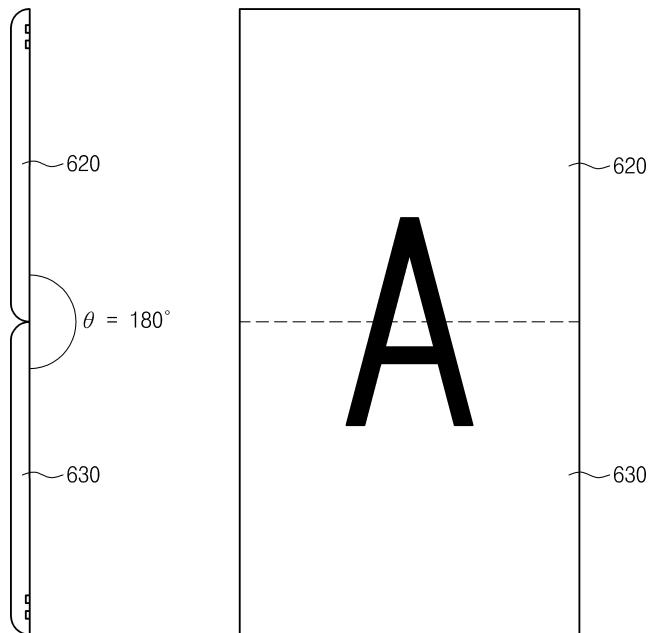
도면3a



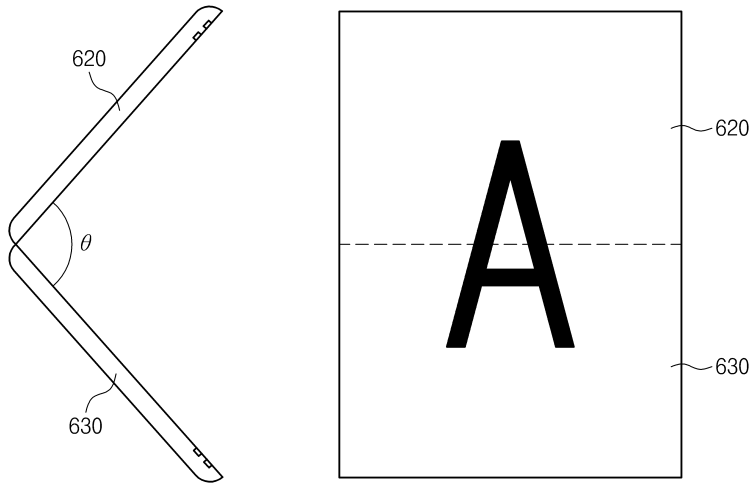
도면3b



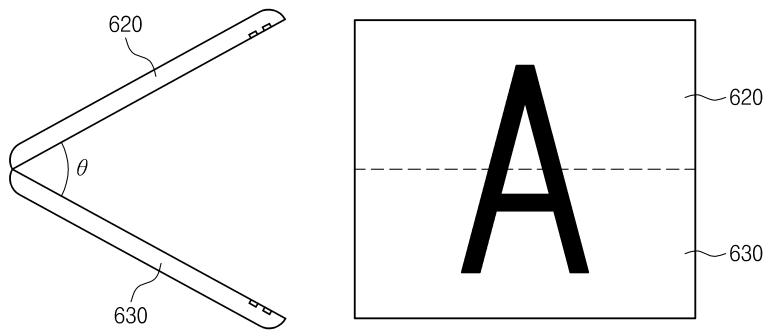
도면4a



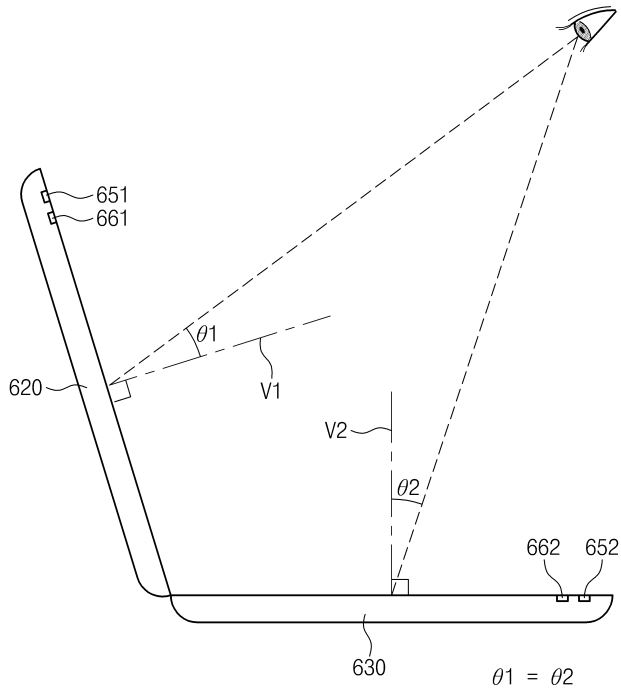
도면4b



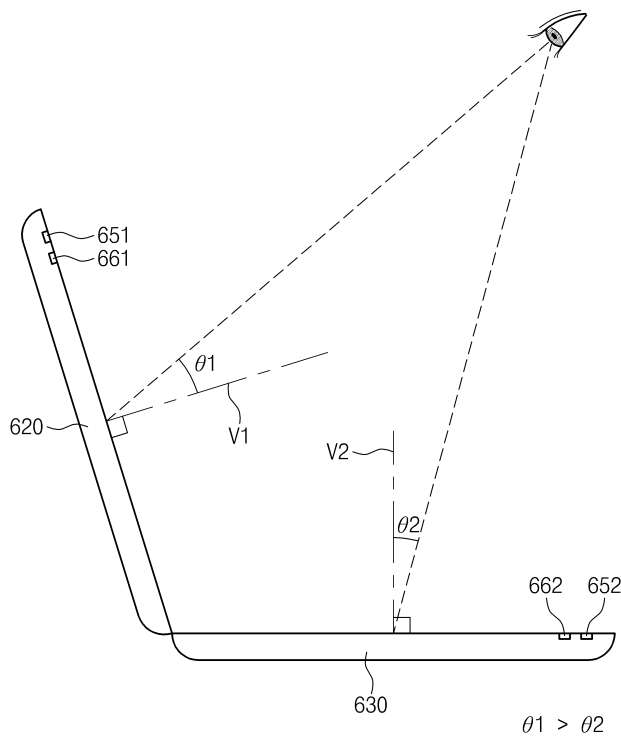
도면4c



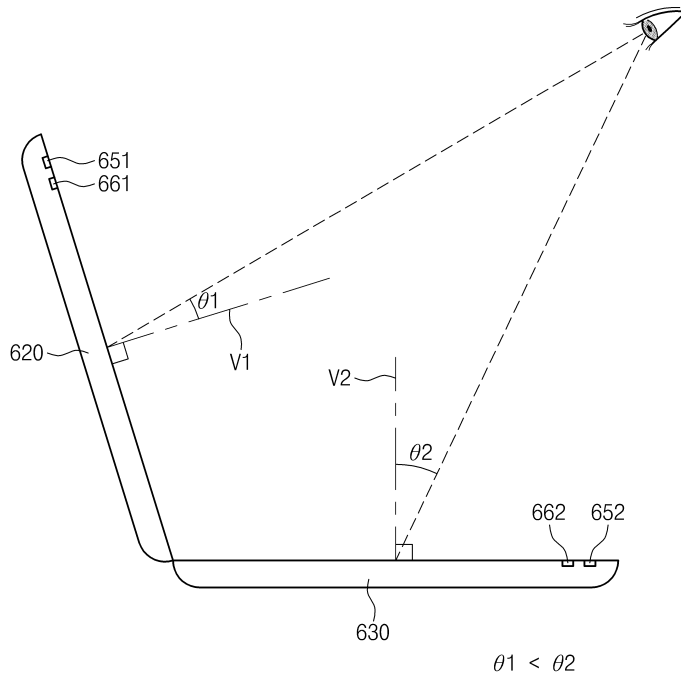
도면5a



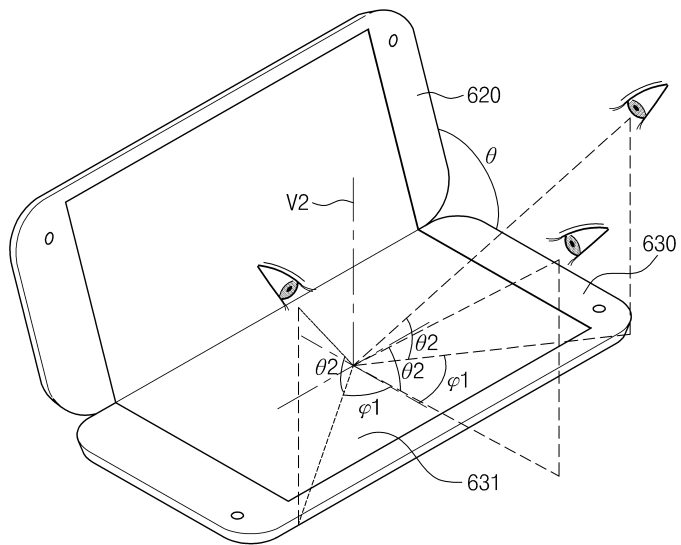
도면5b



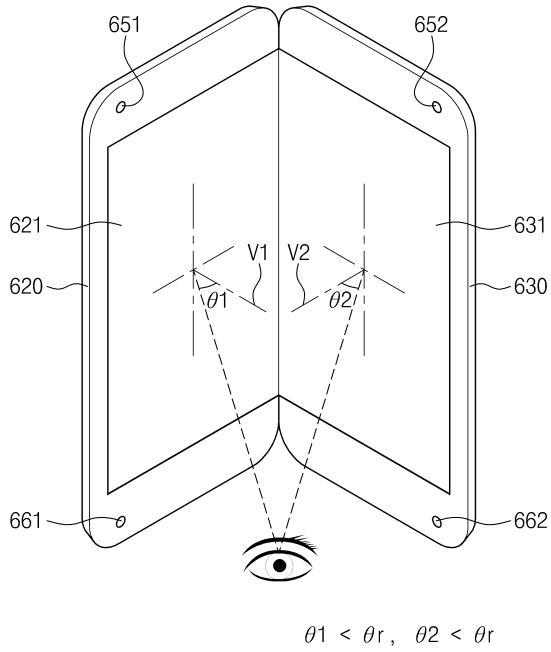
도면5c



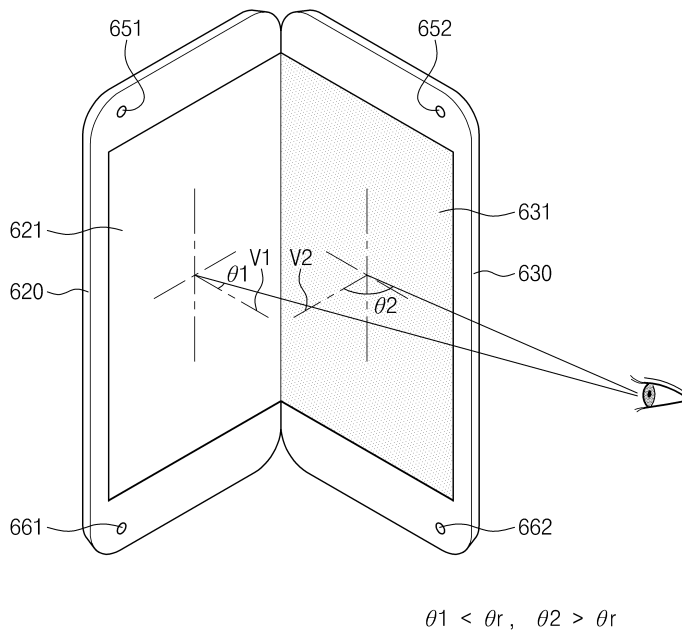
도면6



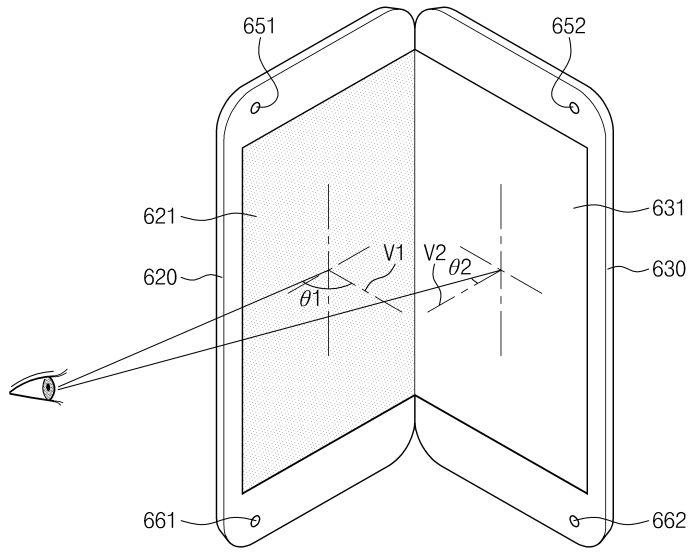
도면7a



도면7b

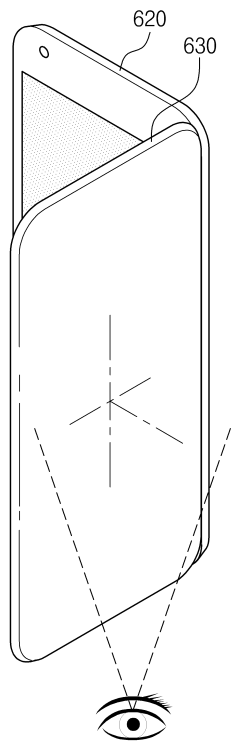


도면7c



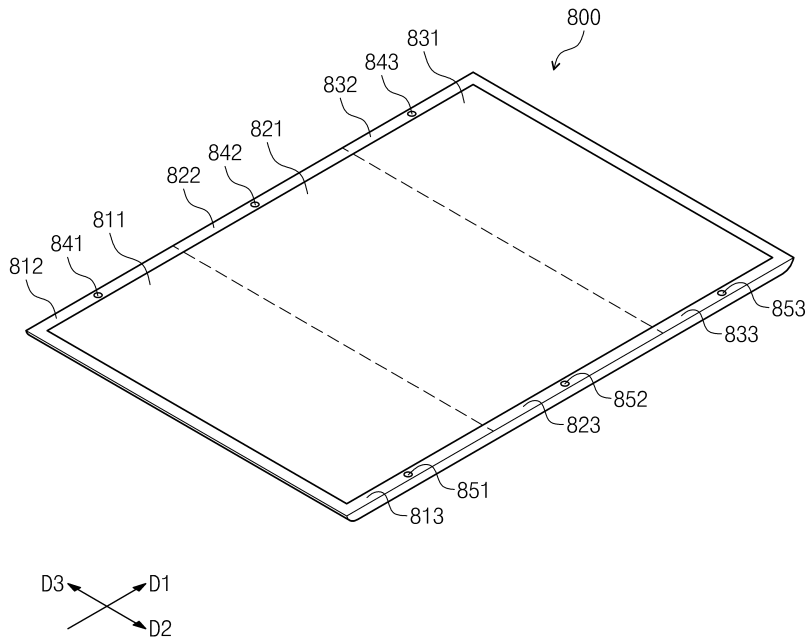
$\theta_1 > \theta_r, \theta_2 < \theta_r$

도면7d

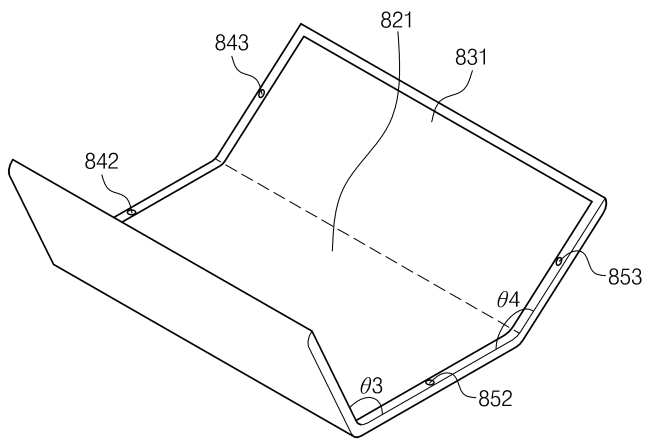


$\theta_1 > \theta_r, \theta_2 > \theta_r$

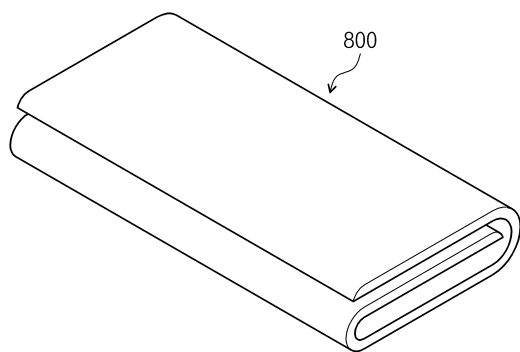
도면8a



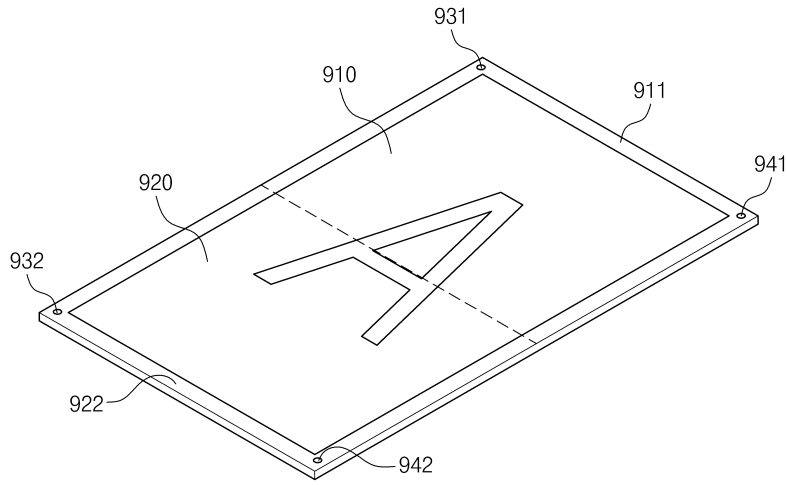
도면8b



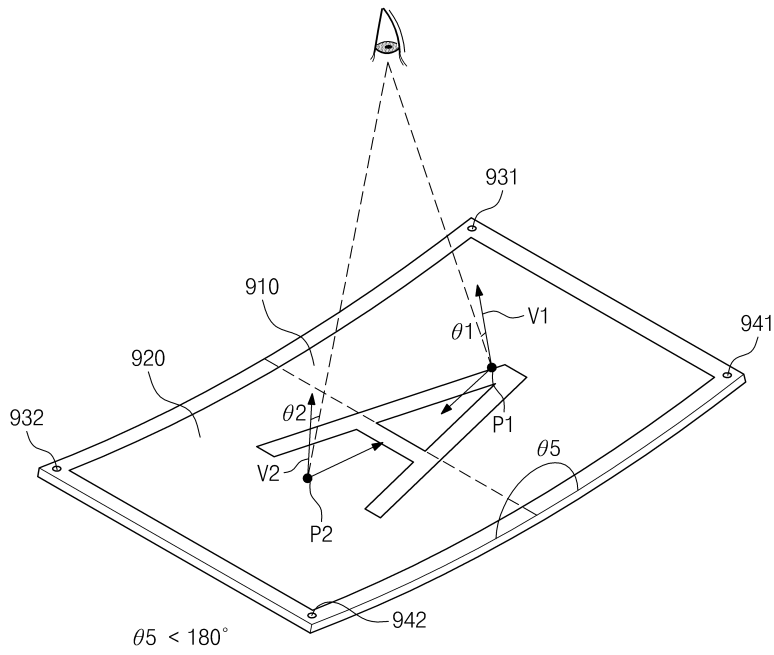
도면8c



도면9a



도면9b



도면9c

