



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년01월11일
(11) 등록번호 10-1220894
(24) 등록일자 2013년01월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 27/01 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-7017986

(22) 출원일자(국제) 2005년02월04일

심사청구일자 2009년12월30일

(85) 번역문제출일자 2006년09월04일

(65) 공개번호 10-2007-0004681

(43) 공개일자 2007년01월09일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/003730

(87) 국제공개번호 WO 2005/078511

국제공개일자 2005년08월25일

(30) 우선권주장

60/541,619 2004년02월04일 미국(US)

60/565,059 2004년04월23일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2003048453 A

US05546492 A

POWELL KARLTON ET AL, PROCEEDINGS OF SPIE -
THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL
ENGINEERING 2003, vol. 5079, 2003, pages
308-320

전체 청구항 수 : 총 44 항

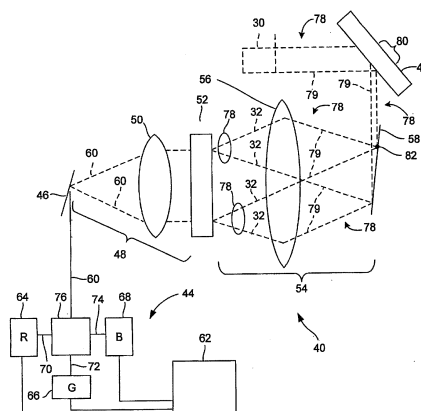
심사관 : 장기정

(54) 발명의 명칭 주사-빔 헤드업 디스플레이 및 관련 시스템 및 방법

(57) 요약

스캐너(46) 및 투사 조립체(54)가 포함된 헤드업 디스플레이. 상기 스캐너는 전자기 에너지의 빔을 스윕하여 이미지를 발생시키고, 상기 투사 조립체는 그 이미지를 충분히 균일한 강도 프로파일이 있는 영역을 가지는 소정의 주시공간으로 향하게 한다. 상기 장치는 출사동공 확대기(52)를 더 구비한다. 이러한 헤드업 디스플레이는 종래 헤드업 디스플레이에 비해 더 작게 만들 수 있으며 종래 디스플레이가 만드는 이미지보다 더 우수한 품질의 이미지를 만들 수 있다. 또한, 디스플레이의 구성성분 또는 그 디스플레이가 장착된 차량의 구성성분을 물리적으로 변형 또는 교체하지 않고 디스플레이를 조정 및 재종을 자주 할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

마릭, 암재드

미국, 워싱턴, 보스웰, 231 스트리트 사우스이스트
1205

하니간, 러셀 제이.

미국, 워싱턴 98074, 사마미쉬, 노스이스트 20 플
레이스23252

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

적어도 일차원에서 전자기 에너지의 빔을 스윕하여 이미지를 만들어 내도록 가동되는 스캐너 조립체; 및

주시되는 차원과 수직한 영역이 있는 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 소정의 주시 공간으로 상기 이미지를 향하도록 가동하는 투사 조립체를 구비하고,

지름 8 mm 미만의 제1 측정 개구를 가로지르는 단면에서 상기 프로파일의 가장 밝은 영역은, 지름 8 mm 미만의 제2 측정 개구를 가로지르는 단면에서 상기 프로파일의 가장 어두운 영역과 $\pm 11\%$ 정도 차이 나는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제1 및 제2 측정 개구는 각각 지름 1 mm 미만인 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 4

적어도 일차원에서 전자기 에너지의 빔을 스윕하여 이미지를 만들어 내도록 가동되는 스캐너 조립체; 및

주시되는 차원과 수직한 영역이 있는 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 소정의 주시 공간으로 상기 이미지를 향하도록 가동하는 투사 조립체를 구비하고,

상기 투사 조립체는 출사동공 확대기를 구비하며,

상기 스캐너는 상기 빔을 상기 출사동공 확대기상에 2차원으로 스윕하여 상기 이미지를 발생하도록 가동되는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 5

적어도 일차원에서 전자기 에너지의 빔을 스윕하여 이미지를 만들어 내도록 가동되는 스캐너 조립체; 및

주시되는 차원과 수직한 영역이 있는 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 소정의 주시 공간으로 상기 이미지를 향하도록 가동하는 투사 조립체를 구비하고,

상기 주시 공간의 상기 단면의 평평한 투사 모양은 육각형 모양인 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 6

적어도 일차원에서 전자기 에너지의 빔을 스윕하여 이미지를 만들어 내도록 가동되는 스캐너 조립체; 및

주시되는 차원과 수직한 영역이 있는 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 소정의 주시 공간으로 상기 이미지를 향하도록 가동하는 투사 조립체를 구비하고,

상기 주시 공간의 상기 단면의 평평한 투사 모양은 길게 연장된 육각형 모양인 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 7

청구항 2 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주시 공간의 상기 단면은 평탄한 단면인 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 8

청구항 2 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주시 공간의 상기 단면의 평탄한 투사는 적어도 100 mm 의 1차원을 가지는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 9

적어도 일차원에서 전자기 에너지의 빔을 스위핑하여 이미지를 만들어 내도록 가동되는 스캐너 조립체; 및

주시되는 차원과 수직인 영역이 있는 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 소정의 주시 공간으로 상기 이미지를 향하도록 가동하는 투사 조립체를 구비하고,

상기 투사 조립체는 상기 주시 공간 내부에 빔렛을 발생하도록 추가로 가동될 수 있으며,

상기 주시 공간의 적어도 한 부분의 측정 개구 이상의 상기 강도 프로파일 내의 차이는 $\pm 2\%$ 이며, 상기 측정 개구는 지름 8 mm 미만인 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 측정 개구는 지름 1 mm 미만인 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 11

최소 1 차원에서 빛의 빔을 스위핑하여 이미지를 만드는 단계; 및

주시 차원에 수직인 영역이 있는 단면 내에 균일한 강도 엔벨로프가 있는 소정의 주시 공간으로 상기 이미지를 향하게 하는 단계를 구비하고,

상기 단면의 평탄한 투사는 소정의 모양을 가지며; 그리고

상기 이미지를 향하게 하는 단계는 상기 주시 공간 내부에 소정의 모양을 가지는 평평한 단면을 각각 가지는 다수의 빔렛을 만드는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 이미지를 향하게 하는 단계는 상기 주시 공간 내부에 다수의 빔렛을 만드는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

출력 빔의 진행 방향과 수직하는 편평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지 출력 빔을 생성하도록 가동되는 빔 발생기; 및

상기 출력 빔을 적어도 일차원에서 스위핑하여 이미지를 발생하도록 가동하는 빔 스캐너를 구비하고,

상기 빔 발생기는:

입력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 편평한 단면에 균일하지 않은 강도 프로파일을 갖는 입력 빔을 발생하도록 가동하는 빔 소스; 및

상기 입력 빔을 상기 출력 빔으로 변환시키도록 가동하는 빔 콘디셔너를 포함하는 것을 특징으로 하는 주사-빔 디스플레이.

청구항 16

출력 빔의 진행 방향과 수직하는 편평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지 출력 빔을 생성하도록 가동되는 빔 발생기; 및

상기 출력 빔을 적어도 일차원에서 스위핑하여 이미지를 발생하도록 가동하는 빔 스캐너를 구비하고,

상기 빔 발생기는:

입력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 편평한 단면에 균일하지 않은 강도 프로파일을 갖는 입력 빔을 발생하도록 가동하는 빔 소스; 및

상기 입력 빔을 상기 출력 빔으로 변환하도록 가동하는 튜브 변환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 주사-빔 디스플레이.

청구항 17

출력 빔의 진행 방향과 수직하는 편평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지 출력 빔을 생성하도록 가동되는 빔 발생기; 및

상기 출력 빔을 적어도 일차원에서 스위핑하여 이미지를 발생하도록 가동하는 빔 스캐너를 구비하고,

상기 빔 발생기는:

입력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 편평한 단면에 균일하지 않은 강도 프로파일을 갖는 입력 빔을 발생하도록 가동하는 빔 소스; 및

상기 입력 빔의 출력 일부를 막고 상기 입력 빔의 통과된 내부 일부로부터 상기 출력 빔을 발생시키도록 가동하는 클리핑 개구를 포함하는 것을 특징으로 하는 주사-빔 디스플레이.

청구항 18

출력 빔의 진행 방향과 수직하는 편평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지 출력 빔을 생성하도록 가동되는 빔 발생기; 및

상기 출력 빔을 적어도 일차원에서 스위핑하여 이미지를 발생하도록 가동하는 빔 스캐너를 구비하고,

상기 빔 발생기는:

입력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 편평한 단면에 가우시안 강도 프로파일을 갖는 입력 빔을 발생하도록 가동하는 빔 소스; 및

상기 가우시안 강도 프로파일을 상기 균일한 프로파일로 변환함으로써 상기 입력 빔을 상기 출력 빔으로 변환하도록 가동하는 빔 콘디셔너를 포함하는 것을 특징으로 하는 주사-빔 디스플레이.

청구항 19

청구항 15 내지 청구항 18 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단면에서의 상기 출력 빔의 가장 밝은 영역과 상기 단면에서의 상기 출력 빔의 가장 어두운 영역간의 차이는 $\pm 10\%$ 미만인 것을 특징으로 하는 주사-빔 디스플레이.

청구항 20

청구항 15 내지 청구항 18 중 어느 한 항에 있어서,

상기 출력 빔에는 가시광선이 포함되는 것을 특징으로 하는 주사-빔 디스플레이.

청구항 21

삭제

청구항 22

출력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 편평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지의 출력 빔을 발생하는 단계; 및

상기 출력 빔을 적어도 일차원에서 스윕하여 이미지를 만드는 단계를 구비하고,

상기 출력 빔을 만드는 단계는:

입력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 편평한 단면에 균일하지 않은 강도 프로파일을 가지는 입력 빔을 만드는 단계; 및

상기 입력 빔을 톱 헛 변환기를 통해 통과시켜 상기 출력 빔을 만드는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 23

출력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 편평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지의 출력 빔을 발생하는 단계; 및

상기 출력 빔을 적어도 일차원에서 스윕하여 이미지를 만드는 단계를 구비하고,

상기 출력 빔을 만드는 단계는:

입력 빔이 진행하는 방향에 수직하는 편평한 단면에 가우시안 강도 프로파일을 가지는 입력 빔을 만드는 단계;

상기 입력 빔의 일부를 클리핑하는 단계; 및

상기 입력 빔의 클리핑 되지 않은 내부 일부로부터 상기 출력 빔을 만드는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 24

삭제

청구항 25

전자기 에너지의 빔을 발생하도록 가동하는 빔 발생기; 및

상기 빔을 적어도 일차원에서 스윕하여 이미지를 발생하도록 가동하는 미세전자기계시스템(MEMS) 스캐너를 구비하고,

상기 스캐너는 상기 빔을 제1 차원에서 공진식으로 스윕하고 상기 제1 차원과 수직인 제2 차원에서 상기 빔을 선형적으로 스윕하여 이미지를 발생하도록 가동하는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 26

전자기 에너지의 빔을 발생하도록 가동하는 빔 발생기; 및

상기 빔을 적어도 1차원에서 공진식으로 스윕하여 이미지를 발생하도록 가동하는 스캐너

를 구비하는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 27

삭제

청구항 28

전자기 에너지의 빔을 발생하는 단계; 및

상기 빔을 적어도 1차원에서 스윕하여 차량의 앞부분 유리에서 반사되는 가상 이미지를 발생시키는 단계

상기 빔을 공진식으로 스윕하는 단계는 상기 빔을 상기 차원 모두에서 공진식으로 스윕하면서 상기 이미지를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 29

삭제

청구항 30

전자기 에너지를 적어도 1차원에서 스위치하여 이미지를 발생하도록 가동하는 스캐너; 및

상기 이미지를 소정의 주시 공간으로 향하게 하도록 가동되는 제1 마이크로렌즈 어레이를 포함하는 투사 조립체를 구비하고,

상기 제1 마이크로렌즈 어레이에는 가변 위상 마이크로렌즈 어레이가 포함되는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 31

전자기 에너지를 적어도 1차원에서 스위치하여 이미지를 발생하도록 가동하는 스캐너; 및

상기 이미지를 소정의 주시 공간으로 향하게 하도록 가동되는 제1 마이크로렌즈 어레이를 포함하는 투사 조립체를 구비하고,

상기 제1 마이크로렌즈 어레이에는 렌즐릿이 포함되며, 상기 렌즐릿 중 하나는 제1 렌즐릿 특성값을 가지고 있으며, 나머지 렌즐릿은 제2 렌즐릿 특성값을 가지는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 32

전자기 에너지를 적어도 1차원에서 스위치하여 이미지를 발생하도록 가동하는 스캐너; 및

상기 이미지를 소정의 주시 공간으로 향하게 하도록 가동되는 제1 마이크로렌즈 어레이를 포함하는 투사 조립체를 구비하고,

상기 제1 마이크로렌즈 어레이는 초점면 및 상기 초점면으로부터의 초점 길이를 가지며,

상기 투사 조립체에는 초점면 및 상기 초점면으로부터의 상기 초점 길이가 있는 제2 마이크로렌즈 어레이가 더 포함되어 있으며,

상기 제2 마이크로렌즈 어레이의 상기 초점면은 상기 제1 마이크로렌즈 어레이의 상기 초점면과 떨어져 있으면서 평행한 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 33

전자기 에너지를 적어도 1차원에서 스위치하여 이미지를 발생하도록 가동하는 스캐너; 및

상기 이미지를 소정의 주시 공간으로 향하게 하도록 가동되는 제1 마이크로렌즈 어레이를 포함하는 투사 조립체를 구비하고,

상기 제1 마이크로렌즈 어레이에는 길게 연장된 육각형 패턴으로 배열되어 있으면서 상기 주시 공간의 단면의 평평한 투사가 상기 길게 연장된 육각형 패턴을 갖도록 가동되는 렌즐릿을 포함하는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 34

청구항 30 내지 청구항 33 중 어느 한 항에 있어서,

상기 투사 조립체에는 상기 제1 마이크로렌즈 어레이에 인접하게 배치되는 제2 마이크로렌즈 어레이가 포함되어 상기 제1 및 제2 마이크로렌즈 어레이가 협력하여 상기 이미지를 상기 소정의 주시 공간으로 향하게 하도록 가동되는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 35

청구항 30 내지 청구항 33 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 마이크로렌즈 어레이에는 일정 패턴으로 배열되어 있으면서 상기 주시 공간의 단면의 평평한 투사가 상기 패턴을 갖도록 가동되는 렌즐릿을 포함하는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 36

일정 단면 내의 프로파일을 갖는 빔을 스윙하는 단계;
 상기 빔의 상기 프로파일을 공간 싱크 함수(sinc function)로 변환하는 단계;
 상기 공간 싱크 함수에 공간 푸리에 변환을 적용하여 이미지를 발생시키는 단계; 및
 상기 이미지를 차량의 앞부분 유리가 있는 소정의 주시 공간으로 향하게 하는 단계
 를 구비하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 37

청구항 36에 있어서,
 상기 빔의 상기 프로파일을 변환하는 단계는,
 상기 빔의 상기 프로파일을 이중-마이크로 렌즈 어레이를 사용하여 공간 싱크 함수로 변환하는 단계를 포함하는
 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 38

삭제

청구항 39

출력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 육각형의 평평한 단면을 가지는 전자기 에너지의 출력 빔을 발생하도록 가
 동되는 빔 발생기; 및
 상기 출력 빔을 적어도 1차원에서 스윙하여 이미지를 발생하도록 가동하는 빔 스캐너를 구비하고,
 상기 빔 발생기는,
 입력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 비-육각형 평평한 단면을 가지는 입력 빔을 발생하도록 가동되는 빔 소스;
 및
 상기 입력 빔을 상기 출력 빔으로 변환하도록 가동되는 클리핑 개구
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 스캔-빔 디스플레이.

청구항 40

출력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 육각형의 평평한 단면을 가지는 전자기 에너지의 출력 빔을 발생하도록 가
 동되는 빔 발생기; 및
 상기 출력 빔을 적어도 1차원에서 스윙하여 이미지를 발생하도록 가동하는 빔 스캐너를 구비하고,
 상기 빔 발생기는,
 입력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 원형인 평평한 단면을 가지는 입력 빔을 발생하도록 가동되는 빔 소스; 및
 상기 원형인 평평한 단면을 상기 육각형 단면으로 변환함으로써 상기 입력 빔을 상기 출력 빔으로 변환하도록
 가동되는 클리핑 개구
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 스캔-빔 디스플레이.

청구항 41

출력 빔이 진행하는 방향과 수직하는 육각형의 평평한 단면을 가지는 전자기 에너지의 출력 빔을 발생하도록 가
 동되는 빔 발생기; 및
 상기 출력 빔을 적어도 1차원에서 스윙하여 이미지를 발생하도록 가동하는 빔 스캐너를 구비하고,
 상기 출력 빔의 상기 단면은 길게 연장된 육각형 모양인 것을 특징으로 하는 스캔-빔 디스플레이.

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

전자기 에너지의 빔을 적어도 1차원에서 스윕하여 이미지를 발생하도록 가동하는 스캐너; 및

상기 이미지를 앞부분 유리로부터 반사시키고 단면을 가지는 소정의 주시 공간으로 반사시키도록 가동하는 미러가 있는 투사 조립체를 구비하며,

상기 미러는 상기 앞부분 유리의 소정 영역으로부터 상기 이미지의 반사를 위해 일정한 크기에서 상기 단면의 차원을 유지하도록 가동되는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 45

청구항 44에 있어서,

상기 미러는 상기 단면에 평행한 차원에서 상기 주시 공간을 이동하도록 가동되는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 46

청구항 44에 있어서,

상기 미러는 상기 단면에 수직한 차원에서 상기 주시 공간을 이동하도록 가동되는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 47

전자기 에너지의 빔을 적어도 1차원에서 스윕하여 이미지를 발생하도록 가동하는 스캐너; 및

상기 이미지를 앞부분 유리에서 반사시키고 일정 단면을 가지는 소정의 주시 공간으로 반사시키도록 가동하는 투사 조립체를 구비하고,

미러는 상기 단면에 수직한 차원에서 상기 주시 공간을 이동하도록 가동되는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 48

전자기 에너지의 빔을 적어도 1차원에서 스윕하여 이미지를 발생시키는 단계; 및

상기 이미지를 앞부분 유리로부터 반사시키고 단면을 가지는 소정의 주시 공간으로 반사시켜서 상기 단면의 차원이 상기 앞부분 유리의 소정 영역에서의 상기 이미지의 반사를 위해 일정한 크기를 유지하도록 하는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 49

전자기 에너지의 빔을 적어도 1차원에서 스윕하여 이미지를 발생하도록 가동하는 스캐너; 및

단면이 주시 차원에 수직하는 영역을 가지는 소정의 주시 공간으로 상기 이미지를 향하도록 가동하는 투사 조립체를 구비하며,

상기 이미지는 균일한 강도 프로파일을 가지고,

육각형 개구를 가지면서 빔이 진행하는 방향에 수직하는 평평한 단면에 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지의 빔을 발생하도록 가동되는 빔 발생기를 더 구비하고,

상기 주시 공간의 단면은 육각형 모양인 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 50

전자기 에너지의 빔을 적어도 1차원에서 스윕하여 이미지를 발생하도록 가동하는 스캐너; 및

단면이 주시 차원에 수직하는 영역을 가지는 소정의 주시 공간으로 상기 이미지를 향하도록 가동하는 투사 조립체를 구비하며,

상기 이미지는 균일한 강도 프로파일을 가지고,

육각형 개구를 가지면서 빔이 진행되는 방향에 수직한 평평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지의 빔을 발생하도록 가동되는 빔 발생기를 더 구비하고,

상기 주시 공간의 단면은 육각형 모양이며,

상기 주시 공간에는 각각이 육각형 개구를 가지면서 상기 주시 공간의 상기 평평한 단면에 평행한 평평한 단면에 균일한 강도 프로파일을 가지는 빔렛이 포함되어 있는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 51

청구항 49 또는 청구항 50에 있어서,

빔이 진행되는 방향에 수직하는 평평한 단면에 균일한 강도 프로파일을 갖는 전자기 에너지의 빔을 발생하도록 가동하는 빔 발생기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 헤드업 디스플레이.

청구항 52

삭제

청구항 53

전자기 에너지의 빔을 적어도 1차원에서 스윕하여 이미지를 발생시키는 단계; 및

주시 공간의 단면에 주시 차원에 수직하는 영역이 있는 소정의 주시 공간에 상기 이미지를 향하도록 하는 단계를 구비하고,

육각형 개구를 가지면서 빔이 진행되는 방향에 수직하는 평평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지의 빔을 발생시키는 단계를 더 구비하고,

상기 주시 공간의 단면은 육각형 모양인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 54

청구항 53에 있어서,

빔이 진행되는 방향에 수직하는 평평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지의 빔을 발생시키는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 55

삭제

청구항 56

육각형 개구를 가지면서 빔이 진행되는 방향에 수직하는 평평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 가지는 전자기 에너지의 빔을 발생시키는 단계를 더 구비하고,

주시 공간의 단면은 육각형 모양이며,

상기 주시 공간에는 육각형 모양을 가지면서 상기 주시 공간의 상기 평평한 단면에 평행한 평평한 단면에서 균일한 강도 프로파일을 각각 가지는 빔렛이 포함되는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은 참고문헌으로 통합되는 2004년 2월 4일 출원된 미국 특허출원 제60/541,619호 및 2004년 4월 23일 출원된 미국 특허출원 제60/565,059호의 우선권을 주장하는 출원이다.

배경기술

[0002] 도 1을 참고하면, 자동차(14) 등의 차량의 운전자(12)가 볼 수 있는 속도계 및 주행 거리계(도시하지 않음) 등의 하나 이상의 각종 계기를 시각적인 이미지로 만들어내는 헤드업 디스플레이(heads-up display:HUP)(10)가 도시되어 있다. "헤드업"이란 용어는 운전자(12)가 계기를 보기 위해 대쉬보드(16)를 아래로 내려다 볼 필요가 없음을 가리킨다. 즉, 운전자(12)는 머리를 든 상태로 자신의 눈을 "도로상에 고정"하고 계기를 볼 수 있다. 따라서, 디스플레이(10)는 운전자(12)가 자동차(14)를 운전하는 안전도를 높여주는 편의성을 추가해준다.

[0003] 운전하면서, HUP(10)는 자동차의 방풍유리, 즉 앞부분 유리상에 하나 이상의 계기(도시하지 않음)의 가상 이미지를 만들어 투영하고, 이 이미지를 운전자(20)의 눈에 반사시켜 그 이미지가 운전자의 시야(field of view:FOV) 내에 나타나게 하는데, 가끔씩 그 앞부분 유리를 벗어나 보이는 경우도 있다. 예를 들어, 상기 디스플레이(10)에는 이미지 발생을 위해 발광다이오드(LED), 액정(LCD), 진공 형광등, 또는 다른 표시장치 기술(도시하지 않음) 등이 포함되며, 이미지를 앞부분 유리(18)상에 투영하기 위한 광학 트레인(optical train)(도 1에는 도시하지 않음)이 포함되기도 한다.

[0004] 일반적으로, 운전자(12)는 자신의 눈(20)이 '아이 박스(eye box)'라고 불리는 3차원 주시 공간(22) 내에 있는 동안 가상 이미지를 가장 잘 볼 수 있다. 비록 일반적으로 주시 공간(22)의 공간(높이, 폭 및/또는 깊이)이 고정되어 있긴 하지만, 운전자가 자동차(14)를 운전하는 동안 운전자의 머리(20)의 위아래, 좌우 및 앞뒤로의 움직임에 대한 예측 움직임을 수용할 정도는 된다. 또한, 운전자 높이의 범위가 상대적으로 크기 때문에(예를 들어, 5피트~7피트), 디스플레이(10)는 운전자가 주시 공간(22)의 수직 위치를 조정할 수 있도록 하여 운전자의 눈(20)과 주시 공간(22)을 조정할 수 있도록 한다.

[0005] 불행하게도, 일반적인 헤드업 디스플레이(10)에는 많은 단점이 있다. 예를 들어, 상기 디스플레이(10)는 상대적으로 크기가 크고, 상대적으로 많은 전력을 소비하기도 한다. 또한, 주시 공간(22) 내의 가상 이미지의 화질이 좋지 못하다. 게다가, 앞부분 유리(18)는 동일한 모델의 차량임에도 불구하고 약간씩 차이점이 있기 때문에, 각각의 새로운 차량을 위한 디스플레이(10)를 조정하는 과정이 상대적으로 복잡하며, 디스플레이의 하나 또는 그 이상의 부품을 물리적으로 변경하거나 교체하게 되기도 하며, 헤드업 디스플레이 또는 앞부분 유리 전체를 교체하는 경우도 발생한다. 또한, 앞부분 유리를 수리하거나 교체하는 경우에는, 디스플레이의 일부 또는 전부를 수정하거나 교체해서 디스플레이(10)를 조정해야 하는 경우에는 일반적인 수리에서 요구되는 시간과 비용이 상당히 증가된다.

발명의 상세한 설명

[0006] 본 발명의 일 측면은 스캐너 조립체 및 투사 조립체를 포함하는 헤드업 디스플레이이다. 스캐너 조립체는 전자기 에너지 빔을 스위프(sweep)하여 이미지를 만들고, 투사 조립체는 충분히 균일한 강도 프로파일(intensity profile)을 갖는 영역이 있는 소정의 주시 공간에 그 이미지를 투사한다.

[0007] 이러한 헤드업 디스플레이는 종래의 헤드업 디스플레이에 비해 더 작게 만들어질 수도 있으며, 종래의 디스플레이에서 만들어지는 이미지보다 더 우수한 화질의 이미지를 만들 수도 있다. 또한, 디스플레이가 수용된 차량의 부품 또는 디스플레이의 부품을 물리적으로 변경하거나 교체하지 않고 디스플레이를 조정 및 재조정할 수 있다.

실시예

[0033] 본 발명의 상기 측면들 및 많은 장점들은 후술하는 상세한 설명을 참고하여, 첨부된 도면과 함께 보다 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

[0034] 당업자라면 이하 설명으로 본 발명을 만들고 사용할 수 있을 것이다. 본 명세서에서 설명된 일반적 원리들은 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않고 후술된 상세한 설명 이외의 실시예 및 응용에 적용될 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 도시된 실시예로 한정되거나 제한되는 것은 아니며, 본 명세서에서 개시되고 제시된 원리 및

특징들과 일치하는 가장 넓은 범위로 허용될 수 있다.

[0035]

주시 공간

[0036]

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 주시 공간(30)의 등축도이다. 일반적으로, 도 3 내지 22를 참고로 후술하는 주사-빔 헤드업 디스플레이와 같은 헤드업 디스플레이는 가상 이미지가 주시 공간 내부에서 운전자의 눈 위치에 상관없이 허용될 수 있는 충분히 균일한 화질을 가지는 개별적인 소정의 범위 내에 주시 공간의 파라미터들이 있게 되는 주시 공간(30)이 만들어지는 것이 요구된다. 그러므로, 이러한 주시 공간 파라미터의 일부 및 이들 파라미터를 위해 요구되는 값들은 도 2를 참고하여 후술한다. 주시 공간 파라미터에 대한 설명 후에, 도 3 내지 22를 참고하여 요구되는 파라미터 값을 얻을 수 있는 헤드업 디스플레이를 설명 한다.

[0037]

도 2를 계속 참고하면, 주시 공간(30)은 높이(h)(y축), 폭(w)(x축) 및 깊이(d)(z축)가 있으며, 눈이 주시 공간(30) 내부에 있는 경우 인식되는 가상 이미지는 회절 순서, 즉, 시간의 어느 지점에서 가상 이미지의 동일한 픽셀을 각각 운반하는 빔렛(beamlet)(32)에 의해 형성된다. 도면에서는 간략화를 위해 4개의 빔렛(32a~32d)만 도시하였다. 그러므로, 운전자의 눈(도 2에는 도시하지 않음)이 적어도 빔렛(32)의 하나의 빔 에너지를 잡고 있는 한, 운전자는 그 이미지의 픽셀을 인식할 수 있게 된다. 이미지의 중앙 픽셀이 발생하는 동안, 빔렛(32)은, 도 2에 도시된 바와 같이, z축에 거의 평행하게 위치한다. 다른 픽셀이 발생하는 동안, 빔렛(32)은 z축에 대해 약간의 각도를 가지면서(도 2에서는 각도가 도시되지 않음) 비스듬하게 된다. 즉, 헤드업 디스플레이(도 2에 도시되지 않음)가 이미지를 픽셀과 라인마다 주사하는 동안, 빔렛(32)은 중앙-픽셀 위치의 정상 빔렛 각도로부터 FOV 내부에서 효과적으로 위/아래 및 좌/우로 "피벗"되며; 이 "피벗"되는 것이 빔렛(32)의 하나 또는 그 이상이 운전자의 눈의 망막(도시하지 않음)상에 주사되도록 한다. 빔렛(32)이 "피벗"되는 위치는 x-y 평면과 같은 면이며 z 축상의 주시 공간(30)의 중간(d/2)에 위치하는 교차지역(34)에 있다. 그러므로, 이러한 "피벗" 결과로서, 주시 공간(30)의 높이(h)와 폭(w)(FOV 내부의 모든 픽셀에서의 빔렛을 포함)은 실제로는 z축에서 어느 방향으로 상기 교차지역(34)으로부터 약간씩 움직이는 변화가 있게 된다. 그러나, 이러한 확장은 미세하기 때문에, "h"와 "w"가 전체 깊이(d)를 따른 일정한 값을 가지는 것으로 주시 공간(30)을 설명해도 진실에 매우 가깝게 된다.

[0038]

가상 이미지 화질 및 균일성에 영향을 미치는 주시 공간(30)의 파라미터에는, 개구, 확장된-빔 강도 프로파일 및 필 팩터(fill factor)가 포함된다. 주시 공간(30)의 개구는 단면(34)의 개구와 동일한 모양을 가진다. 도 3 및 7~12를 참고로 후술되는 확장된-빔 강도 프로파일은 주시 공간 내부의 각각의 위치에서 상대적인 확장된-빔 강도의 도표이며, 필 팩터는 인접하는 빔렛(32) 간의 공간(S)의 측정값이다. 이상적으로는, 주시 공간(30)의 개구는 운전자가 자신의 머리를 움직이게 되는 공간 내부의 x-y 공간과 매치되어야 하며, 확장된 빔-강도 프로파일은 주시 공간을 통해 균일해야 하며, 필 팩터는 인접하는 빔렛(32)간에 어떠한 가시적 겹이 없도록 되어야 한다.

[0039]

주시 공간(30)의 개구는 기다란 육각형 모양을 가지는데, 이것은 운전자가 차량을 운전하는 동안 자신의 눈을 움직이게 되는 일반적인 x-y 영역과 매우 흡사한 것으로 발견된다(도 2에는 운전자, 눈, 차량은 도시하지 않음). 도 7~8을 참고로 후술하는 빔렛(32)의 패턴은 주시 공간(30)의 개구를 정의한다. 이 예에서, 빔렛(32)은 대칭적인 육각형과 비교할 때 압축된 높이(h) 및 길게 늘어난 폭(w)을 가지는 육각형 모양인데, 즉, "h"는 "w"에 비해 상대적으로 압축되어 있는데, 이것은 운전자가 차량을 운전하는 동안 자신의 눈을 움직이는 범위 내의 수직 범위가 일반적인 눈의 움직임 내의 수직 범위 보다 큰 예시적인 경우에 해당하기 때문이다. 따라서, 주시 공간(30)의 개구는 상대적으로 큰 수평 움직임 및 상대적으로 적은 수직 움직임을 수용하는 모양을 가진다. 한 예에서, 주시 공간(30)의 높이(h)는 약 150 mm 이고, 폭(w)은 약 200 mm 이며, 깊이(d)는 약 400 mm이다. 다른 응용에서는 모양이 다른 운전자의 눈 위치 범위에 의해 특정되기도 한다. 주시 공간(30)의 개구는 그와 같이 모양이 다른 것을 수용할 수 있도록 쉽게 변형될 수 있다.

[0040]

도 2를 계속 참고하면, 주시 공간(30) 내부의 확장된-빔 강도(즉, 밝기) 프로파일은 충분히 균일하다. 즉, 이미지의 밝기는 주시 공간(30) 내부의 운전자의 눈의 위치(도 2에는 도시하지 않음)에 상관없이 충분히 동일하다. 상대적으로 균일한 확장된-빔 강도 프로파일은 운전자가 주시 공간(30) 내에서 자신의 눈을 인식하지 않으면서 움직일 수 있게 해서 이미지 강도의 변화가 인식되어 산만해 지지 않도록 한다. 주시 공간(30) 내에서 확장된-빔 강도 프로파일을 결정하는 두 개의 주 요소가 있는데: 빔 엔빌로프의 강도 프로파일(도 2에는

도시하지 않음), 및 빔렛(32)의 강도 프로파일이다. 많은 실시예에서, 빔렛은 각각 충분히 동일한 강도 프로파일을 갖는다. 도 9a 내지 도 12를 참고로 후술하는 바와 같이, 빔 엔빌로프의 강도 프로파일과 빔렛(32)의 강도 프로파일이 모두 충분히 균일한 한, 주시 공간(30) 내의 확장된-빔 강도 프로파일 역시 충분히 균일하다. 한 예에서, 주시 공간(30) 내의 확장된-빔 강도 프로파일의 가장 밝은 영역은 주시 공간 내의 빔 강도 프로파일의 가장 어두운 영역 보다 약 11% 더 밝다. 즉, $(I_{\text{가장밝음}} - I_{\text{가장어두움}}) / (I_{\text{가장밝음}} + I_{\text{가장어두움}}) \leq \sim 11\%$.

[0041] 주시 공간(30)의 필 팩터는 운전자의 눈(도 2에는 도시하지 않음)이, 주시 공간 내에서, 적어도 하나의 빔렛(32)을 보게 되어서 주시 공간 내의 운전자의 눈의 위치에 상관없이 가상 이미지를 인식하는 것을 보장하기에 충분히 높다. 즉, 주시 공간(30) 내부에는 운전자가 이미지를 "잃어버리는" "구멍"이 없다. 필 팩터는 빔렛(32)이 존재하지 않는, 즉 지름이 제로인 개구인 0% 에서부터, 빔렛(32)이 빔렛간에 어떠한 "빈" 공간도 없도록 각각의 주변의 모든 지점들에 연속되는 100%와, 빔렛(32)이 겹쳐지는 100% 보다도 큰 범위까지 될 수 있다. 비록 빔렛이 겹쳐질 가능성이 있기는 하지만, 본 명세서에서는 그러한 겹쳐짐이 발생하지 않는 것으로 가정한다. 빔렛(32)의 개구는 주시 공간(30)의 최대 필 팩터를 제어한다. 예를 들어, 원형 개구를 가지는 빔렛의 경우, 그 원 사이의 틈새 공간으로 인해서 빔렛이 서로 그 지름으로 접하면서 패킷되는 경우 최대 필 팩터가 된다. 만약, 빔렛(32)이 육각형 모양이라면, 빔렛은 주시 공간(30) 내부에 가깝게 패킷될 수 있고 겹치지 않으면서 100%의 필 팩터를 가질 수 있다. 비슷하게, 납작한 육각형, 사각형, 직사각형, 평행사변형 등의 모양을 한 빔렛이 서로 겹치지 않고 가깝게 있을 수 있다. 운전자의 눈이 적어도 하나의 빔렛(32)을 받아들이는 것을 보장하기 위해서는, 인접한 빔렛의 측면 사이의 공간(S)이 눈의 눈동자(도 2에는 도시하지 않음)의 가장 작은 지름보다 작다. 밝은 주변 환경에서는, 눈동자의 지름은 약 2mm 만큼 작다. 따라서, 상기 공간(S)이 2mm 미만인 경우에는, 필 팩터는 주시 공간(30)에서 어떠한 "구멍"도 없는 것을 보장할 수 있을 만큼 높게 된다.

[0042] 도 2를 계속 참고하면, 주시 공간(30)의 선택적 실시예가 예상된다. 예를 들어, 주시 공간(30) 및 빔렛(32)은 육각형이 아닌 다른 개구를 가질 수도 있다. 또한, 빔렛(32)의 개구는 주시 공간(30)의 개구보다 크기가 작아진 형태일 필요는 없다. 예를 들어, 주시 공간(30)에는 길게 연장된 육각형 개구가 있을 수 있으며 빔렛(32)에는 도 2에 도시된 바와 같이 대칭적인 육각형 개구가 있을 수 있다. 또한, 주시 공간(30) 내부의 확장된-빔 강도 프로파일은 충분히 균일하지 않기도 하며, 주시 공간 내부의 적어도 일부 위치에서는 허용할 수 있는 화질의 이미지 수율이 있을 수 있다. 또한, 단면(34)은 평면이 아닌 곡면일 수도 있다. 예를 들어, 단면(34)은 x축 및 y축 각각 또는 모두에서 운전자의 눈에 의해 스윕된 외관에 대응하는 곡률을 가질 수 있다. 또한, 비록 도 2에는 하나의 단면(34)만이 도시되어 있긴 하지만, 주시 공간(30)에 단면(34)과 평행한 무한 개수의 단면이 포함된다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 게다가, 빔렛(32)이 "피봇"되는 단면이 주시 공간(30)의 중간(d/2) 이외에 위치할 수도 있다. 또한, 비록 가시 광선으로 설명하긴 했지만, 빔렛(32)에는 가시 스펙트럼 이외의 전자기 에너지가 포함될 수도 있다. 예를 들어, 빔렛(32)에는 운전자(도 2에는 도시하지 않음)가 적외선 고글(도시하지 않음)을 쓰고 주시 공간(30) 내의 가상 이미지를 볼 수 있도록 하는 적외선 에너지가 포함되기도 한다.

[0043] 도 2의 주시 공간을 발생하는 헤드업 디스플레이

[0044] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 2의 주시 공간(30)을 발생하도록 가동하는 주사-빔 헤드업 디스플레이(40)의 다이어그램이다. 또한, 상기 디스플레이가 반사기로 사용하여 가상 이미지를 주시 공간(30)으로 향하게 하는 앞부분 스크린(42)도 도시되어 있다. 주사-빔을 사용하여 가상 이미지를 발생함으로써, 디스플레이(40)는 종래 헤드업 디스플레이에 비해서 크기는 더 작고, 성능은 더 좋으며(예를 들어, 콘트라스트, 선명도 및 밝기가 더 우수함), 더 우수한 에너지 효율 및/또는 조정이 더 쉬워진다. 또한, 디스플레이(40)에는 산란이 거의 없는 표면이 포함되어 있고 주사-빔에는 레이저 광과 같은 간섭성 전자기 에너지가 구비되어 있고, 가상 이미지 내에서 보이는 얼룩은 줄어들거나 없어진다. 또한, 차량 정보의 가상 이미지를 발생시키기 위해 디스플레이(40)를 사용하는 것은 차량 내부의 물리적 차량 정보 표시를 간단하게 할 수 있게 한다. 예를 들어, 디스플레이(40)가 연료 계기의 가상 이미지를 발생한다면, 운전자는 차량의 계기판에서 물리적인 연료계를 생략할 수 있다.

[0045] 도 3을 계속 참고하면, 헤드업 디스플레이(40)에는 빔 발생기(44), 스캐너(46), 렌즈(50)와 출사동공 확대기(52)를 포함하는 주사-빔 조절 조립체(48) 및 렌즈(56)와 반사기(58) 또는 렌즈-반사기 조합을 포함하는 투사 조립체(54)가 포함된다. 빔 조절 조립체(48) 및 투사 조립체(54)는 개별적인 광학 트레인(optical train)를 포함하기도 한다.

[0046] 빔 발생기(44)는 컬러 출력 빔(60)을 발생시키고, 이미지 전자장비(62), 각각 적(R), 녹(G) 및 청(B) 빔(70, 72, 74)을 만들어내는 R, G 및 B 빔 소스(64, 66, 68), 및 빔-결합-및-조절 조립체(76)가 포함된다. 일부 헤

드업 디스플레이는 단일 컬러 또는 R, G, B의 부분 조합을 선택적으로 사용하기도 한다. 빔 발생기에는 컬러 전 영역, 밝기 등을 좀 더 향상시키기 위해 다른 광 파장을 포함하기도 한다.

[0047] 전자장비(62)는 R,G,B 빔 소스(64,66,68)을 변조하여 빔(70,72,74)으로 만들어서 출력 빔(60)이 상기 전자장비(62)가 현재 발생하고 있는 이미지의 픽셀을 위한 원하는 강도와 컬러량을 가지도록 한다. 전자장비(62)는 픽셀 발생 시간의 소정 부분에서는 완전히 "온"이고 그 픽셀 발생 시간의 다른 부분에서는 완전히 "오프"인 시간 변조를 이용하거나, 또는 빔의 강도가 전체 픽셀 발생 시간 동안 기설정된 레벨로 변조되는 강도 변조를 사용하여 상기 빔 소스를 변조하기도 한다.

[0048] 빔 소스(64,66,68)은 종래의 R,G,B 레이저이거나 또는 발광 다이오드(LED)일 수 있으며, 빔(70,72,74)은 공기(또는 다른 매체)나 광섬유(또는 다른 광학 경로)를 통해 빔-결합-및-조절 조립체(76)로 진행한다. 예를 들어, 단일모드 광섬유를 통해 빔 소스(64,66,68)의 하나로부터 상기 조립체(76)까지 레이저 빔을 결합하는 것은 종래 공기 등의 매체를 통해 조립체로 빔이 진행하던 종래 기술에 비해 상기 조립체에서의 빔의 품질을 향상시킬 수 있을 것이다. 또한, 광섬유를 통해 레이저 빔을 상기 조립체(76)로 결합시키는 것은 해당하는 빔 소스가 자동차의 트렁크(도 3에는 도시하지 않음)와 같은 디스플레이(40)의 나머지에서 멀리 떨어져 있을 수도 있게 해 준다. 빔 소스(64,66,68)를 멀리 떨어뜨리는 것은 빔 소스가 가스 레이저이거나 또는 상대적으로 크다거나 상대적으로 많은 양의 열이 발생된다거나 하는 경우에 장점이 될 수 있겠다. 선택적으로, 빔 소스(64,66,68)가 반도체 레이저 또는 LED 인 경우에는, 상기 조립체(76) 부근에 놓일 수 있다. 또한, 빔 소스(64,66,68)의 일부는 상기 조립체(76)로부터의 원격 위치에 배치될 수도 있고, 나머지는 상기 조립체와 가까운 곳에 배치될 수 있다.

[0049] 빔-결합-및-조절 조립체(76)는, 도 4 내지 6을 참고하여 후술하겠지만, R,G,B 빔(70,72,74)을 출력 빔(60)으로 결합하고, 그 출력 빔을 톱 햇(top-hat) 강도 프로파일로 만들고 도 2의 빔렛(32)과 동일한 육각형 모양(또는 그 모양의 일정 배수)이 되도록 한다.

[0050] 스캐너(46)는 2차원(예를 들어, 수직 및 수평)으로 출력 빔(60)을 스위핑하여 운전자(도 3에는 도시하지 않음)가 보게 되는 가상 이미지를 만드는데, 상기 스위핑된 출력 빔의 두 위치가 스캐너에서 퍼져나오는 점선으로 도시되어 있다. 스캐너(46)는 종래의 미세전자기계시스템(MEMS) 스캐너이거나 다른 타입의 스캐너일 수 있다. MEMS 스캐너는 일반적으로 출력 빔(60)을 사인파 형식으로, 즉 수평 차원에서는 공진식으로, 수직 차원에서는 선형식으로 스위핑하는데, MEMS 스캐너는 물론 수직 차원에서 공진식으로 빔을 스위핑도 한다. 공진 동작은 MEMS 스캐너가 저전력 소비를 하게 해주며, MEMS 스캐너의 상대적으로 작은 크기는 헤드업 디스플레이(40)를 종래 헤드업 디스플레이보다 좀 더 소형화 및 경량화가 가능하게 해준다. 스캐너(46)로서의 사용에 적합한 MEMS 스캐너의 예로는, 미국 특허출원 제10/984,327호로 2004년 11월 9일 Randall B. Sprague 등에 의해 출원된 발명이 명칭이 "MEMS DEVICE HAVING SIMPLIFIED DRIVE"인 문헌에 더 설명되어 있으며, 이 문헌은 본 명세서에서 참고문헌으로 통합된다.

[0051] 주사-빔 조절 조립체(48)는 출사동공 확대기(52)의 입력을 위하여 스위핑된 출력 빔(60)을 조절한다. 예를 들어, 렌즈(50)는 종래의 텔레센트릭 렌즈(telecentric lens)로서 스위핑된 출력 빔(60)을 빔의 각도 위치에 상관없이 확대기의 초점면(도시하지 않음)에 수직하게 출사동공 확대기(52)로 들어가도록 한다. 게다가, 아래에 후술하겠지만, 상기 조립체(48)에는 확대기(52)의 입력면에서 빔(60)의 강도 프로파일이 빔 발생기(44)의 출력에서 빔의 강도 프로파일의 위상과 진폭 모두를 공간 푸리에 변환하는 다른 종래의 구성 요소를 포함하기도 한다.

[0052] 출사동공 확대기(52)는, 아래에 도 7 내지 18을 참고하여 보다 상세히 설명하겠지만, 상기 확대기의 입력면에서 상기 스위핑된 빔(60)을 확대된 빔(78)으로 변환하는데, 상기 확대된 빔(78)에는 빔 엔빌로프(79) 내부에 빔렛(32)(도 2)이 포함되어 있으며, 상기 빔 엔빌로프의 두 위치가 점선으로 도시되어 있다. 확대된 빔(78)은 빔(60) 보다 더 커진, 즉 확대된 크기이며 이것이 주시 공간(30)을 형성하게 된다. 즉, 확대된 빔(78)은 주시 공간(30)을 효과적으로 "스윕" 한다. 보다 구체적으로, 스캐너(46)가 빔(60)을 스위핑함에 따라, 빔 엔빌로프(79) 내부의 빔렛(32)은 운전자의 눈동자(도 3에는 도시하지 않음)를 스위핑함으로써 주시 공간(30)에 이미지를 만들어 낸다. 아래 후술한 바와 같이, 확대기(52)는 회절식, 굴절식, 반사식 또는 결합식 광학 소자일 수 있다.

[0053] 투사 조립체(54)는 출사동공 확대기(52)로부터의 확대된 빔(78)이 주시 공간(30)으로 향하게 하여 앞부분 스크린(42)으로 가도록 조절한다. 예를 들면, 렌즈(56)는 종래의 초점 렌즈이고, 반사기(58)는 아래 도 20을 참고하여 설명하겠지만, 앞부분 스크린(42)의 곡면에 광학적으로 "매치" 되도록 디자인된 곡면을 갖는 비구면 미러이다. 상기 투사 조립체(54)에는 빔이 렌즈(56)로 진행하기 전에 빔(78)을 더 확대시키기 위해 출사동공 확대기(52)의 출력에 네가티브-파워 렌즈(negative-power lens)(도 3에는 도시하지 않음)가 더 포함되기도 한다. 또한, 후술하겠지만, 상기 투사 조립체(54)에는 주시공간(30)의 단면(34)(도 2)에서 빔 엔빌로프(79)의 강도 프

로파일이 출사동공 확대기(52)의 출력면(도 3에는 도시하지 않음)에서의 빔 엔빌로프의 강도 프로파일의 위상과 진폭 모두에서 공간 푸리에 변환이고, 빔렛(32)의 강도 프로파일은 출사동공 확대기의 입력면(도 3에는 도시하지 않음)에서 스캔된 출력 빔(60)의 강도 프로파일의 위상과 진폭 모두의 공간 푸리에 변환인 종래의 구성요소를 포함하기도 한다.

[0054] 비록 앞부분 스크린(42)이 헤드업 디스플레이(40)의 일부일 필요는 없지만, 일반적으로 반사기(58)로부터의 확대된 빔(78)을 주시공간(30)으로 향하게 하는 최종 광학 소자이다. 예를 들어, 확대된 빔(78)의 방향을 정해주는 앞부분 스크린(42)의 영역(80)은 보통 앞부분 스크린의 아래 1/3 부분에 위치하는데, 다른 부분이 사용되기도 한다. 이 영역은 하나 또는 그 이상의 광학 코우팅으로 광학적으로 처리되어 확대된 빔의 앞부분 스크린의 반사를 향상시키도록 한다. 예를 들어, 상기 영역(80)이 확대된 빔(78)을 구성하는 R, G, B 파장은 반사시키고 기타 파장은 통과시키는 협대역 광학 코우팅으로 처리되기도 한다. 그러한 코우팅은 앞부분 스크린의 투명도 레벨에 무시할 수 있는 정도의 효과를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 따라서 앞부분 스크린(42)의 영역(80)을 통해 운전자가 보기에 아무런 영향이 없거나 영향이 거의 없다.

[0055] 도 3을 계속 참고하여, 본 발명의 실시예에 따라 헤드업 디스플레이(40)의 동작을 설명한다.

[0056] 전자장비(62)는 빔(70,72,74)을 변조하여 주사될 이미지의 픽셀을 발생시킨다. 이미지 종횡비(aspect ratio) 범위가 사용되기도 한다. 일부 예에서는, 이미지는 대략 2:1 및 3:1 사이의 종횡비를 가지며, 예를 들면 폭으로 600 픽셀(수평(x) 차원)과 높이로 200 픽셀(수직(y) 차원)이 된다. 차량의 헤드업 디스플레이 각 범위가 6 x 2도가 되는 일반적 자동차 적용에서는, 이것은 대략 100 픽셀/도 인 주시공간(30)의 해상도로 변환되며, 이것은 인간 눈의 해상도인 약 60 픽셀/도 보다 큰 값이다. 이러한 높은 픽셀/도 범위는 글자와 그래픽을 만드는데 사용되곤 하는데 낮은 해상도와 비교해서 운전자에게는 보다 선명하고 뚜렷하게 보이게 한다. 일부 응용에서는, 상대적으로 높은 픽셀/도 범위를 사용하여 눈의 효과적인 가시 해상도의 충분한 손실 없이 이미지의 선명도를 조정하거나 보상(예를 들어, 앞부분 스크린 곡률 허용오차를 보상)할 수 있다.

[0057] 빔 발생기(44)는 변조된 빔(70,72,74)에서 충분한 틱-헛(즉, 충분히 균일한) 강도 프로파일을 가지며 빔렛(32)의 육각형 개구(도 2)와 충분히 동일한 모양의 육각형 개구를 가지는 출력 빔(60)을 발생한다.

[0058] 스캐너(46)는 스캔된-빔 조절 조립체(48)를 통해 출사동공 확대기(52)로 진행하는 빔(60)을 수직과 수평으로 스윙한다.

[0059] 빔-결합-및-조절 조립체(76) 및 스캔된-빔 조절 조립체(48)의 광학 소자들은 함께 출사동공 확대기(52)의 입력에서의 틱-헛 프로파일 및 육각형 개구의 위상과 진폭 모두로 상기 출사동공 확대기의 입력면에서 상기 빔(60)의 틱-헛 강도 프로파일 및 육각형 개구를 공간 푸리에 변환시킨다. 틱-헛 프로파일의 공간 푸리에 변환은 공간 $\text{sinc}(\sin(x)/x)$ 함수이므로, 빔(60)은 출사동공 확대기(52)의 입력면에서 2차원 sinc 같은 강도 프로파일을 가진다.

[0060] 출사동공 확대기(52)는 빔(60)의 상기 sinc 같은 강도 프로파일을 그 입력면에서 확대기의 출력면에서 sinc 같은 강도 프로파일을 가지는 빔 엔빌로프로 효과적으로 변환한다. 또한, 도 7을 참고하여 후술하는 바와 같이, 확대기(52)의 근접-필드내의 인접하는 sinc 같은 출력의 겹침은 확대기의 충분히 균일한 먼 곳의 범위 내에 빔렛(32)을 형성하며, 상기 빔렛 각각은 개구의 프로파일 출력과 유사한 강도 프로파일을 갖는다. 확대된 빔 프로파일이 회절되므로, 빔 엔빌로프(79)는 회절 엔빌로프로 불리기도 한다. 빔렛(32)은 인접하는 픽셀의 회절 엔빌로프의 간섭으로부터 이 회절 엔빌로프 내부로 도입된다.

[0061] 확대된 투사 조립체(54)는 확대된 빔(78)을 앞부분 스크린(42)으로 투사하는데, 이것은 확대된 빔이 주시 공간(30)으로 향하게 되는 것이다.

[0062] 앞부분 스크린(42) 및 투사 조립체(54)의 광학 소자는 함께 빔(60) 및 빔 엔빌로프(78)의 sinc 같은 강도 프로파일을, 위상과 진폭 모두에서, 주시 공간(30) 내의 이들 sinc 같은 강도 프로파일의 각각의 공간 푸리에 변환으로 변환시킨다. sinc 함수의 공간 푸리에 변환은 틱-헛 프로파일이기 때문에, 빔 엔빌로프(79)는, 주시 공간(30)에서는 충분히 균일한 강도 프로파일 및 도 2에 도시된 바와 같은 육각형 개구를 가진다. 앞서 도 2를 참고하여 설명한 바와 같이, 빔 엔빌로프(79)는 주시공간(30)의 x-y 차원을 정의하며, 따라서, 주시공간의 단면(34)과 동일한 개구를 가진다. 또한, 아래 도 8을 참고하여 후술하는 바와 같이, 빔 엔빌로프(79)의 육각형 개구는 출사동공 확대기(52)의 구조에 따라 달라지기 때문에, 빔(60)의 개구와는 독립적이다. 또한, 빔렛 sinc 함수의 공간 푸리에 변환은 육각형 개구가 있는 틱-헛 프로파일이기 때문에, 각각의 빔렛(32)(도 2)은 충분히 균일한 강도 프로파일을 가지며 빔(60)의 개구와 충분히 동일한 육각형 모양을 가진다.

- [0063] 또한, 운전자(도 3에는 도시하지 않음)가 도 3 페이지와 수직하는 축(82)에 대해 반사기(58)를 회전시켜 수직(y) 차원에서 주시공간(30)의 위치를 조정할 수 있다.
- [0064] 도 3을 계속 참고하면, 헤드업 디스플레이(40)의 선택적 실시예가 있을 수 있다. 예를 들면, 디스플레이(40)가 컬러 이미지 대신에 흑백 이미지를 발생하여 세 개의 빔(64,66,68) 중에서 두 개를 빔 발생기(44)에서 제외하고, 조립체(76)에서 빔-결합 기능을 제외시키는 것이다. 또한, 도 13 및 도 17을 참고하여 아래에 후술하는 바와 같이 주사-빔 조절 조립체(48)에서 텔레센트릭 렌즈(50)를 제외해도 좋다. 또한, 차량의 운전자 보기 위한 가상 이미지를 만드는 것으로 설명하기 했으나, 디스플레이(40)는 차량의 다른 승객이 볼 수 있는 이미지를 발생하기 위해 구성되고 배치되어도 좋다. 예를 들어, 디스플레이(40)는 한 명 또는 두 명의 승객을 위한 영화를 상영할 수도 있다. 디스플레이(40)는 앞부분 스크린이 아닌 차량 내부의 다른 표면으로서, 투명하거나, 불투명하거나 또는 부분적으로 투명한 표면으로부터, 운전자가 원격에서 앞부분 스크린(42)의 일부에서 영화를 반사해도 좋다. 그러한 영화는 가상 이미지의 스트림(stream)을 포함하고 있기 때문에, 영화를 관람하고 있는 승객은 종래의 영화 디스플레이어로 영화를 보는 것보다는 영상의 흔들림을 거의 느끼지 못할 것이다. 또한, 디스플레이(40)는 차량 이외의 다른 시스템에서 사용해도 좋다. 또한, 빔(78)을 더욱 확대하기 위해 확대기(52)의 출력에 있는 텔레센트릭 렌즈(50), 출사동공 확대기(52) 및 네가티브 파워 렌즈(도시하지 않음)를 하나의 유닛(unit)으로 집적화해도 좋다.
- [0065] 또한, 단일 유닛 내에서 상기 텔레센트릭 렌즈(50)를 출사동공 확대기(52)와 집적화될 수 있는 그린(GRIN: graded index of reflection) 렌즈로 대체해도 좋다. 또한, 빔 엔빌로프(79)의 개구는 빔 엔빌로프 내부에 "구멍"이 있도록 원형이어도 좋다. 또한, 디스플레이(40)는 지도나 전화번호 같은 다른 타입의 이미지를 발생해도 좋다.
- [0066] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 빔-결합 및 조절 조립체(76)의 다이어그램이다.
- [0067] 상기 조립체(76)에는 각각이 R 빔(70), G 빔(72) 및 B 빔(74) 각각의 하나를 조절하기 위한 세 개의 광학 트레인(90,92,94)이 포함되어 있으며, 상기 세 개의 광학 트레인에서의 조절된 빔을 출력 빔(60)과 결합시키는 종래의 빔-결합 X 큐브(96)도 포함되어 있다.
- [0068] 광학 트레인(90)에는 조준 렌즈(98), 톱-햇 렌즈 변환기(100), 육각형 클리핑 개구(102) 및 선택적인 초점 렌즈(104)가 포함되는데, 이들 모두는 R 빔(70)의 파장을 위해 디자인된다. 한 예에서, R 빔(70)의 파장은 635 내지 660 nm 사이이다.
- [0069] 비슷하게, 광학 트레인(92)에는 조준 렌즈(106), 톱-햇 변환기(108), 육각형 클리핑 개구(110) 및 광학 초점 렌즈(112)가 포함되는데, 이들 모두는 G 빔(72)의 파장을 위해 디자인된 것이고, 광학 트레인(94)에는 조준 렌즈(114), 톱-햇 변환기(116), 육각형 클리핑 개구(118) 및 광학 초점 렌즈(120)가 포함되며, 이들 모두는 B 빔(74)의 파장을 위해 디자인된 것이다. 한 예에서, G 빔(72)과 B 빔(74)의 파장은 각각 440 과 490 nm 사이 및 500 과 550 nm 사이이다.
- [0070] X-큐브(96)에는 조정된 G 및 B 빔을 통과시키고 조정된 R 빔은 반사시키는 광학 코우팅 처리된 제1 내부면(122)이 포함되어 있으며, 조정된 R 및 B 빔은 통과시키고 조정된 B 빔은 반사시키는 광학 코우팅 처리된 제2 내부면(124)이 포함되어 있다.
- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 빔-결합 및 조절 조립체(76)의 동작을 도 4 및 도 5를 참고하여 설명한다. 우선, 도 5를 설명한다.
- [0072] 도 5는 도 4의 빔(70,72,74) 중의 하나와 같은 입력 빔의 가우시안 강도 프로파일(126)의 도면으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4의 변환기(100,108,116) 중의 하나와 같은 톱-햇 변환기를 통해 입력 빔이 통과됨에 따라 발생하는 출력 빔의 톱-햇 강도 프로파일(128)의 도면과 겹쳐져 도시된다. 비록 이 도면은 2차원이긴 하지만, 입력 빔과 출력 빔은 대칭적이기 때문에 이 도면은 빔의 중심축(130)과 같은 면을 가지는 이들 빔의 "잘린조각(slice)"을 나타낸다. 즉, 2차원 도면을 빔의 중심축(130)으로 회전시키면 입력 및 출력 빔의 강도 프로파일의 3차원 도면을 얻을 수 있다.
- [0073] 입력 빔(강도 프로파일(126)을 가짐)은 중심축(130)에서 약 1의 최대 상대적 강도를 가지며, 이 강도는 축에서 멀어질수록 가우시안 함수에 따라 대칭적으로 약해진다. 이론적으로, 가우시안 함수에 접근하지만, 절대로 제로가 되지 않으며, 따라서, 입력 빔은 이론적으로는 무한한 개구를 가진다. 그러므로, 설명을 더하자면, 최대 강도의 1/2를 가지는 지점에서 빔의 폭에 따라 빔의 최대값 반의 전폭(FWHM: Full Width at Half Maximum)을

정의한다. 본 예에서는 입력 빔이 강도 $=1/2 \times 1 = 50\%$ 를 가지는 지점에서, 상대적 폭이 1이며, 따라서 입력 빔은 "1"의 상대적 FWHM 을 가진다.

- [0074] 반대로, 출력 빔(강도 프로파일(128)을 가짐)은 입력 가우시안의 FWHM 폭의 거의 2배인 전체 폭을 가상적으로 약 35% 넘어서는 균일한(편평한) 강도를 가진다. 그래서, 가우시안 강도 프로파일(126)을 가지는 입력 빔이 진행되는 틱-헛 변환기는 입력 빔의 강도를 재분배하여 틱-헛 강도 프로파일(128)을 가지는 출력 빔을 형성한다. 물론, 틱-헛 변환기의 차원과 다른 특성을 조정하여 출력 빔의 폭과 강도를 변화시킬 수 있다. 따라서, 일반적으로, 가우시안 강도 프로파일을 가지는 입력 빔을 위해서는, 틱-헛 출력 빔의 폭이 작아질수록 출력 빔의 강도는 높아지며, 그 반대의 경우도 마찬가지다.
- [0075] 도 4를 참고하면, 빔-결합 및 조절 조립체(76)의 동작을 설명하는데, 각각의 빔(70,72,74)은 도 5의 가우시안 강도 프로파일(126)과 같은 가우시안 강도 프로파일을 가진다. 또한, 명료함을 위해서, 광학 트레인(90) 동작만을 자세히 설명하겠으며, 광학 트레인(92,94)은 유사한 방법으로 동작한다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0076] 먼저, 조준 렌즈(98)가 R 빔(70)의 개구를 조준한다.
- [0077] 다음으로, 틱-헛 변환기(100)가 가우시안 강도 프로파일(도 5)을 가지는 조준된 R 빔(70)을 종래 방식으로 틱-헛 강도 프로파일(도 5)을 가지는 R 빔으로 변환시킨다.
- [0078] 그리고 나서, 개구(102)가 상기 틱-헛 변환기(100)에서 출력된 빔을 클리핑하여 육각형 개구를 그 빔에게 전달하는데, 상기 육각형 개구는 대략 도 2의 빔렛(32)의 개구와 동일한 모양을 가지고 있다.
- [0079] 다음으로, 초점 렌즈(104)는 개구(102)에서부터 X-큐브면(122)까지 R 빔(70)을 통과시키고, 상기 X 큐브면은 상기 빔을 반사하여 출력빔(60)의 R 성분을 형성한다. 초점 렌즈(104)의 한가지 기능은 출력빔(60)의 R 성분을 조정하여 출사동공 확대기(52)(도 3)의 입력면(도 4에는 도시하지 않음)에서 출력빔의 강도 프로파일은 출력빔이 X 큐브(96)를 빠져나감에 따라 출력빔의 강도 프로파일의 진폭과 위상 모두에서 공간 푸리에 변환된다. 따라서, 초점 렌즈(104)(및 초점 렌즈(112,120))는 이러한 푸리에 변환 관계를 얻기 위해 사용되는 다른 기술이 있는 경우 생략해도 좋다. 예를 들면, 텔레센트릭 렌즈(50)를 주사-빔 조절 조립체(48)(도 3)에서 생략하는 경우 초점 렌즈(104)(및 초점 렌즈(112,120))를 생략할 수 있다.
- [0080] 광학 트레인(92,94) 각각은 G 빔 및 B 빔 각각에서 유사하게 동작하며, X-큐브(96)는 G 빔을 통과시키며, 상기면(124)은 B 빔을 반사하여 반사된 R 및 B 빔과 통과된 G 빔을 "겹치게" 함으로써 컬러 출력빔(60)을 형성한다. 출력빔(60)은 R,G,B 빔의 강도의 합과 충분히 동일한 강도 레벨을 가지는 틱-헛 강도 프로파일을 가지며, R,G,B 빔 각각과 충분히 동일한 육각형 개구를 가진다.
- [0081] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔-결합 및 조절 조립체(76)의 다이어그램이다. 도 4 및 도 6의 조립체(76) 간의 한가지 차이점은 도 6의 조립체에는 구성 성분 개수가 줄어들었다는 것이고, 따라서 도 4의 조립체와 비교할 때 크기가 더 작으며 제조가 더욱 쉽고 비용도 더 싸다.
- [0082] 조립체(76)에는 각각이 R 빔(70), G 빔(72) 및 B 빔(74) 중 각각을 조준하는 세 개의 조준 렌즈(140,142,144), 상기 조준된 빔을 상기 세 개의 광학 트레인으로부터 중간 빔(146)으로 결합시키는 빔-결합 X-큐브(96), 및 상기 중간 빔을 출력빔(60)으로 변환시키는 광학 트레인(148)이 포함되어 있다.
- [0083] 광학 트레인(148)에는 무색(즉, 다중 파장) 틱-헛 변환기(150), 무색 육각형 개구(152), 및 광학 무색 초점 렌즈(154)가 포함되어 있으며, 이들은 종래 방식에서의 R,G,B 빔(70,72,74)의 파장을 위해 디자인되어 있다. 한 예에서, R,G,B 빔은 도 4를 참고하여 앞서 설명한 바와 같이 각각 동일한 파장을 가지고 있다.
- [0084] 도 6을 계속 참고하여, 본 발명의 일 실시예에 따라 상기 빔-결합 및 조절 조립체(76)의 동작을 설명하겠는데, 입력 R,G,B 빔(70,72,74) 각각은 도 5의 프로파일(126)과 같은 거의 동일한 가우시안 강도 프로파일을 가진다.
- [0085] 먼저, 조준 렌즈(140,142,144)는 각각 R,G,B 빔(70,72,74)를 조준한다.
- [0086] 다음으로, X-큐브(96)가 G 빔을 통과시키고 면(122,124)은 각각 R 빔과 B 빔을 반사시켜 반사된 R 및 B 빔을 G 빔과 "겹치게" 하여 입력 R,G,B 빔(70,72,74)과 충분히 동일한 가우시안 강도 프로파일을 가지는 컬러 중간 빔(146)을 형성한다.
- [0087] 그리고 나서, 틱-헛 변환기(150)가 종래와 같이 상기 중간 빔(146)을 도 5의 프로파일(128)과 같은 틱-헛 강도 프로파일을 가지는 빔으로 변환시킨다.

- [0088] 다음으로, 개구(152)가 틱-헛 변환기(150)로부터 상기 빔을 클립하여 육각형 개구를 상기 빔에게 전달하고, 상기 육각형 개구는 빔렛(32)(도 2)의 개구와 거의 동일한 모양이 된다.
- [0089] 그리고 나서, 초점 렌즈(154)가 상기 개구(152)로부터 빔을 수신하고 출력빔(60)을 발생하는데, 이 출력빔은 틱-헛 프로파일 및 육각형 개구를 가진다. 도 4 및 도 5를 참고하여 앞서 설명한 것과 유사한 이유로 인해, 초점 렌즈(154)는 생략해도 좋다.
- [0090] 도 4 내지 6을 다시 참고하면, 빔-결합 및 조절 조립체(76)의 선택적 실시예가 나올 수 있다. 예를 들어, 개개의 하나의 광학소자를 도시하긴 했지만, 틱-헛 변환기(100,108,116 및 150)의 하나 또는 그 이상은 각각 복수개의 광학 소자를 포함해도 좋다. 또한, X-큐브(96)는 본 명세서에 참고문헌으로 통합되는 2004년 4월 23일 출원된 미국 특허 제10/828,876호에 개시되어 있는 바와 같은 슬랩 빔 결합기로 교체될 수 있다.
- [0091] 또한, 틱-헛 변환기의 하나 또는 그 이상을 생략할 수 있으며, 대응하는 클리핑 개구(102,110,118,152)의 하나 또는 그 이상을 대응하는 R,G,B 빔 및 중간 빔(146)의 FWHM 폭과 동일하거나 충분히 동일한 클리핑 폭을 가지도록 대응하도록 디자인한다. 예를 들어, 빔이 가우시안 강도 프로파일(126)(도 5)을 가지는 영역에서 이러한 클리핑 기술은 빔(60)을 프로파일(126)의 가장 윗부분으로 전달하는데, 상기 프로파일(126)은 중심축(130)으로부터 ± 0.5 의 상대적 폭 이상으로 블록된 빔의 모든 부분이 있다. 이것은 가우시안 프로파일(126)의 일부가 틱-헛 프로파일에 근사적으로 가깝게 된다는 것이다. 그러나, 비록 이와 같은 실시예가 조립체(76) 내의 광학 소자의 개수를 줄이긴 하지만, 틱-헛 변환기를 사용하는 도 4 및 도 6의 실시예와 같은 실시예 보다 더 많은 빔 에너지를 못쓰기 때문에 효율이 떨어진다.
- [0092] 또한, 이 실시예는 진정한 틱-헛 강도 프로파일을 출력빔(60)으로 전하지 못하기 때문에, 빔렛(32)(도 2) 및 확대된 빔(78)이 주시 공간(30) 내에서 균일하지 못한 강도 프로파일을 가질 수도 있다.
- [0093] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 출사동공 확대기(52)의 측면도이다. 이 실시예에서, 확대기(52)은 이중-마이크로렌즈 어레이(DMLA)이며, 그 구조와 동작은 본 명세서에 참고문헌으로 통합되는 Karlton Powell 등의 "A Novel Approach for Exit Pupil Expansion in Wearable Displays" 및 "Exit Pupil Expander: Image Quality Performance Enhancements and Environmental Testing Results", 그리고 2004년 2월 4일 출원된 미국 가출원 제60/541,619호에 상세히 설명되어 있다. 따라서, 간결함을 위해, 아래에서 DMLA의 개략적 설명만 하도록 하겠다.
- [0094] DMLA 출사동공 확대기(52)에는 플라스틱이나 유리 등의 투명한 광학 재료로 만들어지며 각각 다수의 렌즈릿(164,166)을 포함하고 있는 제1 및 제2 마이크로렌즈 어레이(MLAs)가 포함되어 있다. MLA(160)에는 초점면(168) 및 그 초점면으로부터의 초점 길이(f)가 있으며; 유사하게, MLA(162)에는 초점면(170) 및 그 초점면으로부터의 동일한 초점 길이(f)가 있다. MLA(160,162)는 각각의 초점면(168,170)이 초점 길이(f)만큼 떨어져 있도록 배치되어 있으며 MLA 사이의 간격은 공기로 채워져 있다. 각각의 렌즈릿(164,166)은 MLA(160,162)의 피치인 폭(D)을 가지며, 각각의 렌즈릿(164)은 대응하는 렌즈릿(166)과 정렬된다.
- [0095] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 7의 MLA(160)의 평면도로서, MLA(162)가 더 작다는 것을 볼 수 있다. 렌즈릿(164)은 육각형 자국을 가지며, "벌집"과 같은 패턴으로 배열되어 있으며, 렌즈릿은 MLA(160)의 뒷면과 접하는 곳에서는 인접하는 렌즈릿 사이에 어떠한 공간도 없이 연속되어 있다.
- [0096] DMLA 출사동공 확대기(52)의 동작을 본 발명의 일 실시예에 따른 도 7~8을 참고하여 후술하는데, 빔 발생기(44)(도 3)을 빠져나감에 따른 주사-빔(60)의 폭은 대략 D가 되며, 각각의 렌즈릿(164,166)의 자국은 출력 빔의 개구 처럼 동일한 육각형 모양을 하고 있으며, 출력 빔의 개구는 렌즈릿의 자국과 동일한 방위를 가진다.
- [0097] 도 3을 참고하여 앞서 설명한 바와 같이, 주사-빔 조절 조립체(48)은 주사된 빔(60)의 강도 프로파일을 DMLA 출사동공 확대기(52)의 입력에서 sinc 처럼 되도록 한다.
- [0098] 빔(60)이 렌즈릿(164a)의 중심에 있는 경우, 해당하는 렌즈릿(166a)이 역시 sinc 같은 강도 프로파일을 가지는 확대된 중앙 빔(172)을 출력한다.
- [0099] 도 3을 참고하여 앞서 설명한 바와 같이, 확대된 투사 조립체(54)는 주시 공간(30) 내부의 확대된 중앙 빔(172)상의 진폭 및 위상 모두에 대해 공간 푸리에 변환을 수행한다.
- [0100] 따라서, 순간적인 측면 빔을 무시하면(후술함), 주시 공간(30)에서는 중앙 빔(172)은 육각형 빔 엔빌로프(79)만큼의 경계를 가지고, 균일한 강도 프로파일을 가지며, 어떠한 빔렛(32)도 없다. 즉, 엔빌로프(79)는 하나의 빔렛, 즉 중앙 빔(172)을 효과적으로 경계지게 하며, 이 중앙 빔은 주시 공간(30)(도 2) 내부의 틱-헛 강도 프

로파일을 가진다. 또한, 빔 엔빌로프(79) 및 중앙 빔(172)의 육각형 개구는 MLA(160)(도 8)의 벌집 배치 및 렌즈릿(164,166)의 육각형 개구가 되도록 하지만, 이것은 빔(60)의 개구와는 독립적이다. 즉, 빔 엔빌로프(79)와 중앙 빔(172)은 빔(60)의 개구가 육각형이 아닌 다른 형태인 경우라도 육각형 개구가 된다는 것이다. 또한, 중앙 빔(172)이 굴절에 의해 발생되기 때문에, 빔 엔빌로프(79)는 파장에 독립적이다. 즉, 빔 엔빌로프(79)는 조사된 빔(60)을 구성하는 빛의 파장에 상관없이 동일한 개구를 가진다.

[0101] 그러나, 빔(60)의 강도 프로파일이 DMLA 출사동공 확대기(52)의 입력에서 sinc 같은 모양이기 때문에(가우시안 또는 잘린 가우시안 빔의 경우에서도), 빔 에너지의 일부는 인접하는 렌즈릿(164b,164c)으로 주입되어서 대응하는 렌즈릿(166b,166c)이 측면 빔(174,176)을 출력하게 만드는데, 도 7이 2차원 측면도이기 때문에, 도 7 면 이외의 다른 측면 빔들은 없을 수 있다. 또한, 빔(60)이 렌즈릿(164a)의 중앙에 있게 되는 경우, 어떠한 빔 에너지도 인접하는 렌즈릿(164b,164c)에 주입되지 않는 경우라 해도, 빔(60)은 스캐너(46)(도 3)가 상기 빔을 하나의 렌즈릿에서 다른 렌즈릿까지 스위칭에 따라 여러 렌즈릿을 계속 겹치게 하며, 이 겹침은 측면 빔(174,176)이 출력되게 한다.

[0102] 도 7 및 8을 계속 참고하면, 측면 빔(174,176)은 멀리 떨어진 곳에서 확대된 중앙 빔(172)과 간섭을 일으키고, 이 회절 현상은 회절 차수(diffraction order)라고 불리곤 하는 빔렛(32)이 있는 확대된 빔(78)이 나오게 한다. 도 3을 참고하여 앞서 설명한 바와 같이, 주시공간(30) 내부에서의 빔렛(32)의 육각형 개구와 톱-햇 강도 프로파일은 빔 발생기(44)를 빠져나감에 따라 출력 빔(60)의 개구 및 강도 프로파일과 동일하다; 그러나, 빔렛의 개구 및 강도 프로파일은 렌즈릿(164,166)의 레이아웃 패턴 및 개구와는 독립적이다. 또한, 빔렛(32)이 겹치는 회절 엔빌로프 간섭에 의해 발생되기 때문에 빔렛 개구의 크기는 파장에 따라 달라진다. 따라서, 조사된 빔(60)의 중앙 파장, 예를 들어, G 성분의 파장을 위한 DMLA 출사동공 확대기(52)를 설계해도 좋다.

[0103] 요약하면, 빔 엔빌로프(79)의 강도 프로파일은 DMLA 출사동공 확대기(52)의 광학 특성에 의해서만 달라지며, 빔 엔빌로프(79)의 개구는 렌즈릿(164,166)의 레이아웃 패턴과 개구에 따라서만 달라지고, 빔렛(32)의 강도 프로파일은 조사된 빔(60)의 강도 프로파일에 의해서만 달라지며, 빔렛의 개구는 조사된 빔의 개구에 따라서만 달라진다.

[0104] 도 7 및 8을 계속 참고하면, 출사동공 확대기(52)의 선택적 실시예가 예상된다. 예를 들어, MLA(160,162) 사이의 간격은 공기가 아닌 다른 전송 매체로 채워져도 좋다. 예를 들면, 고체를 충전하여 DMLA 확대기(52)의 광학 특성을 변경시킬 수 있는 갭 압축 또는 확장을 막고, 충전 매체의 굴절의 지수의 차이를 보상하기 위해 종래 방식으로 MLA(160,162)의 특성들(예를 들어, 피치, 렌즈 곡률, 굴절율)을 변경할 수 있다. 추가적인 실시예는 도 13 내지 도 18을 참고하여 후술한다.

[0105] 도 9a 내지 도 11b는 빔 엔빌로프(79)(도 2 및 도 7) 및 빔렛(32)(도 2)의 강도 프로파일상의 주시공간(30) 내부의 확대된 빔(78)(도 3 및 도 7)의 강도 프로파일의 의존관계 및 균일하지 않은 강도 프로파일을 가지는 확대된 빔에 의해 발생하는 인공물들을 설명하고 있다. 후술하는 바와 같이, "겹어지는" 것과 같은 인공물은 운전자의 눈이 주시공간(30)의 교차 지역(34) 밖에 있는 경우에는 더욱 심각할 수 있다.

[0106] 도 9a는 균일한(편평한) 강도 프로파일을 가지는 빔 엔빌로프(79)를 보여주고 있으며, 도 9b는 균일하지 않은, 가우시안 같은 강도 프로파일을 각각 가지는 빔렛(32)을 보여주는데, 합쳐져서 빔 엔빌로프(79) 내부의 비균일 빔렛 강도 프로파일이 나온다.

[0107] 도 9c는 주시공간(30) 내부의 확대된 빔(78)의 비균일 강도 프로파일을 보여주고 있는데, 이는 도 9a 및 9b의 빔-엔빌로프 및 결합된-빔렛 강도 프로파일로부터 나온다. 출사동공 확대기(52)에서의 각각의 sinc 같은 빔 출력(172,174,176)은 먼 곳에서는 톱-햇 강도 프로파일로 변형된다. 이러한 빔 출력(172,174,176)의 겹침에 의한 간섭은 렌즈릿 어레이 피치 및 레이아웃에 의해 정의되는 공간에서 빔렛(32)을 형성한다. 입력 빔(60)의 엔빌로프는 위상 및 진폭에서 변형되어 확대된 빔(78) 내부의 먼 곳에서 각각의 빔렛(32)의 강도 프로파일을 형성한다. 따라서, 확대된 빔(78)의 결과적인 강도 프로파일은 도 9a의 확대된 빔-엔빌로프, 빔렛 엔빌로프, 및 도 9b의 빔렛 공간 및 레이아웃의 위상과 진폭에서의 컨볼루션(convolution)인 것으로 고려될 수 있다. 그러므로, 비록 빔-엔빌로프 강도 프로파일(도 9a)이 균일하긴 하지만, 결합된 빔렛 강도 프로파일(도 9b)의 비균일성은 확대된 빔(78)의 강도 프로파일을 균일하지 않게 만든다. 도시하지는 않았으나, 비균일 빔-엔빌로프 강도 프로파일과 결합된 빔렛 강도 프로파일도 균일하지 않은 결과 강도 프로파일을 나오게 한다.

[0108] 도 10a 및 도 10b는 도 9c의 강도 패턴과 유사한 비균일 확대된 빔 강도 프로파일을 위한 주시공간(30) 내부에서 여러 눈 위치에서의 운전자(도 10a 및 10b에는 도시하지 않음)가 인식하는 강도 패턴을 설명하고 있다. 확

대된 빔 강도 프로파일이 주시공간 전역에 걸쳐 균일하지 않은 경우 발생할 수 있는 인공물에 대해서는 후술한다.

- [0109] 도 10a는 가상 이미지의 위쪽에서 제1 픽셀을 발생시키는 제1 확대된 빔(78a) 및 상기 이미지의 아래쪽에서 제2 픽셀을 발생시키는 제2 확대된 빔(78b)을 설명하고 있으며, 이들 각각의 확대된 빔은 동일한 비균일 강도 프로파일을 가지고 있다. 비록 제1 및 제2 픽셀, 즉 제1 및 제2 확대된 빔(78a, 78b)이 서로 다른 시간에서 발생되긴 하지만, 도 10a에서는 설명을 위해서 둘 모두를 도시하였다. 또한, 확대된 빔(78a, 78b) 사이에 다른 확대된 빔들이 발생되어 제1 및 제2 픽셀 사이의 대응하는 픽셀을 발생시키지만, 간결함을 위해 이러한 확대된 빔들은 생략하였다.
- [0110] 하나의 확대된 빔(78)을 위해서, 주시공간(30) 내부의 어떠한 단면은 확대된 빔의 강도 프로파일을 가진다. 예를 들면, 단면(180, 182)에는, 확대된 빔(78a, 78b) 각각의 내부에 동일한 비균일 강도 프로파일이 존재한다.
- [0111] 주시공간(30)의 단면(34)에서는, 확대된 빔(78a, 78b)은 모든 지점에서 겹쳐서 그 단면(34)을 따라 있는 각 지점에서 확대된 빔 강도 프로파일이 각각의 픽셀을 위해 동일한 레벨을 갖도록 한다. 예를 들어, 위치(184, 186)에서, 강도 프로파일 레벨은 각각의 확대된 빔(78)을 위해 동일하며, 따라서, 이미지의 각각의 픽셀을 위한 동일한 값이 된다.
- [0112] 그러나, 단면(34) 밖의 위치에서는, 확대된 빔(78a, 78b)은 모든 지점에서 겹치지 않아서 강도 프로파일 레벨이 픽셀마다 다르게 된다. 예를 들면, 위치(188(도 10b))에서는, 강도 프로파일 레벨은 픽셀에 따라 달라지는데, 이에 대해서는 아래에 상세히 설명한다.
- [0113] 그러므로, 만일 사용자 눈의 눈동자가 (도 10a 및 10b에는 도시하지 않음) 단면(34)과 정렬 된다면, 일반적으로는 눈을 움직이지 않는다면 균일한 이미지 강도를 인식하게 되지만, 상기 단면(34)의 한 위치에서 다른 위치로 눈을 움직인다면 비균일 강도를 인식하게 될 수 있다. 예를 들어, 눈동자가 위치(184)에 있다고 가정한다. 위치(184)에서는 확대된 빔 강도 프로파일의 레벨이 각 픽셀마다 동일하므로, 사용자가 자신의 눈을 그 위치(184)에서 움직이지 않는 한 그 이미지를 위해서 균일한 강도 프로파일을 인식하게 된다. 즉, 비록 이미지의 여러 위치에서 절대 강도는 이미지 내용으로 달라질 수 있겠으나, 운전자는 그 이미지의 한 영역이 다른 영역 보다 평균적으로 더 밝게 되는 "굵어지는" 현상은 인식하지 못한다. 그러나, 만일 운전자가 눈을 한 위치(184)에서 다른 위치(186)로 움직인다면, 운전자의 눈이 위치(184, 186) 사이의 비균일 확대된 빔 강도 프로파일의 한 부분을 효과적으로 지나가는 동안 이미지 밝기 변화를 인식할 수도 있다.
- [0114] 그러나, 만약 운전자의 눈(도 10a, 10b에는 도시하지 않음)이 단면(34) 바깥에 있는 경우에는, 눈을 움직이지 않는 경우라 하여도 비균일 강도 프로파일을 가지는 이미지를 인식할 수도 있다. 예를 들어, 사용자 눈동자가 위치(188)에 있다고 가정한다. 그 위치(188)에서는 확대된 빔(78a, 78b)은 모든 지점에서 겹치지 않기 때문에, 확대된 빔 강도 프로파일은 각 픽셀마다 다르다. 확대된 빔(78a)에 의해 운반된 픽셀을 위해서, 운전자는 확대된 빔 강도 프로파일상의 지점(190)에서 강도 프로파일 단부를 인식하며, 빔(78b)에 의해 운반된 픽셀을 위해서는, 운전자는 확대된 빔 강도 프로파일상의 지점(192)에서 강도 프로파일 레벨을 인식하게 되된다. 즉, 스캐너(46)(도 3)가 빔(60)(도 3)을 스위핑함에 따라, 확대된 빔(78)은 빔(78a)의 위치에서부터 빔(78b)의 위치까지 효과적으로 "피봇"한다. "피봇"하는 동안, 지점(190, 192) 사이의 확대된 빔 강도 프로파일의 그 부분은 이전의 위치(188)를 효과적으로 이동하게 되어 이전의 운전자의 눈을 이동하게 된다. 그러므로, 눈을 움직이지 않고서도 운전자는 이미지가 상기 지점(192, 194) 사이의 확대된 빔 강도 프로파일의 그 지점과 동일한 강도 프로파일을 가지는 것으로 인식하게 된다. 확대된 빔 강도 프로파일의 이 지점은 균일하지 않으므로, 운전자는 비균일성 크기에 따라 눈을 움직이지 않는 경우에는 "굵어지는" 강도를 인식하게 되고, 자신의 눈을 어느 위치로 이동함에 따라 "굵어지는" 패턴의 이동을 인식하게 된다. 물론, 이러한 "굵어지는" 패턴은 운전자가 자신의 눈을 주시공간(30)의 단면(34)의 어느 위치와 정렬시키면 없어진다.
- [0115] 도 11a 내지 도 12b는 본 발명의 일 실시예에 따라 도 10a 및 도 10b를 참고하여 상술한 가공물들을 헤드업 디스플레이(40)가 어떻게 상당히 감소시키거나 또는 서로 제거시키지를 설명하고 있다. 구체적으로, 디스플레이(40)는 도 4 내지 도 8을 참고하여 앞서 설명한 바와 같은 균일한 강도 프로파일을 가지는 확대된 빔(78)을 발생시킨다.
- [0116] 도 9a는 상기 설명한 균일한 강도 프로파일을 가지는 확대된 빔-엔빌로프(78)를 보여주고 있으며, 도 11a는 빔렛(32)도 각각 균일한 강도 프로파일을 가지는 것을 보여주고 있다.
- [0117] 도 11b는 도 9a 및 도 11b의 균일한 빔-엔빌로프 및 결합된 빔렛 강도 프로파일로 만들어지는 확대된 빔(78)의

균일한 강도 프로파일을 보여준다. 구체적으로, 확대된 빔 강도 프로파일은 도 9a의 빔 엔빌로프 강도 프로파일과 도 11b의 결합된 빔렛 강도 프로파일의 결합이다. 즉, 균일한 빔 엔빌로프와 결합된 빔렛 강도 프로파일의 콘볼루션으로 균일한 확대된 빔 강도 프로파일이 얻어진다.

- [0118] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 11b의 균일한 확대된 빔 강도 프로파일을 위한 주시공간(30) 내부의 여러 눈 위치에서의 운전자(도 12에 도시됨)가 인식하는 강도 패턴을 설명하고 있다.
- [0119] 보다 구체적으로, 도 12는 가상 이미지의 위쪽에서 제1 픽셀을 발생시키는 제1 확대된 빔(78c) 및 상기 이미지의 아래쪽에서 제2 이미지를 발생시키는 제2 확대된 빔(78d)을 설명하고 있다.
- [0120] 하나의 확대된 빔(78)을 위해서는, 주시공간(30) 내부의 어느 단면은 도 11b의 확대된 빔 강도 프로파일을 가진다. 예를 들어, 단면(200,202)에서, 동일하게 균일한 확대된 빔 강도 프로파일이 각각의 확대된 빔(78c,78d) 내부에 존재한다.
- [0121] 주시공간(30)의 단면(34)에서, 확대된 빔(78c,78d)은 모든 지점에서 겹침으로써 그 단면(34)을 따라 있는 모든 지점에서 상기 확대된 빔 강도 프로파일이 각각의 픽셀에 동일하도록 한다. 그러므로, 운전자(도 12에 도시되지 않음)는 상기 단면(34)의 한 위치에서 다른 위치로 눈을 움직여도 이미지 밝기의 어떠한 변화도 인식하지 못한다.
- [0122] 또한, 단면(34) 밖의 위치에서는, 확대된 빔(78c,78d)이 모든 지점에서 겹치지 않지만, 확대된 빔 강도 프로파일 레벨은 운전자가 인식하는 이미지 내부의 각 픽셀에 대해 동일하다. 예를 들어, 위치(204)에서, 강도 프로파일 레벨은 픽셀에 따라 변화하지 않는데, 그 이유는 지점(206,208)(도 12에서 같은 지점) 사이의 강도 프로파일의 지점은 편평하기 때문이다. 즉, 확대된 빔(78)이 빔(78c) 위치에서 빔(78d) 위치까지 퍼붓됨에 따라, 확대된 빔 강도 프로파일의 레벨은 그 지점(204)에서는 변화하지 않는다. 그러므로, 운전자는 자신의 눈이 단면(34) 밖에 있는 경우에 이미지가 "뭉어지는" 것을 인식하지 못한다.
- [0123] 따라서, 운전자는 주시공간(30) 내부의 자신의 눈동자 위치에 상관없이 그리고 자신의 눈이 어디로 이동하는지에 상관없이 충분히 균일한 이미지 강도를 인식한다. 즉, 확대된 빔 강도 프로파일(도 11b)이 충분히 편평하기 때문에, 운전자는 주시공간(30)의 어느 위치에서도 충분히 동일하게 균일한 강도 프로파일을 가지는 이미지를 인식하게 된다.
- [0124] 도 11a 내지 도 12를 참고하면, 본 발명의 선택적 실시예가 예상된다. 예를 들면, 빔 엔빌로프(79)와 빔렛(32) 모두에서 균일한 강도 프로파일을 발생하여 균일한 확대된 빔 강도 프로파일(도 11b)을 발생시키는 대신에, 헤드업 디스플레이(40)(도 3)는 균일하지 않은 강도 프로파일을 가지는 빔렛(32) 및 빔 엔빌로프(79)를 발생시켜 이들 비균일 강도 프로파일의 콘볼루션이 도 11b에 도시된 바와 같은 균일한 확대된 빔 강도 프로파일을 나오게 한다.
- [0125] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 DMLA 출사동공 확대기(52)(도 3)에 속하는 MLA(210)의 평면도로서, 상기 선택적인 DMLA 에는 간략화를 위해서 도 13에서는 생략한 MLA(210)와 유사한 제2 MLA 가 포함되어 있는 것을 이해할 수 있을 것이다. MLA(210)는 렌즐릿(212)이 MLA 뒷판에서 서로 완전히 인접하지 않아서 MLA(210)에서는 인접하는 렌즐릿(212) 사이에 공간(214)이 존재한다는 점에서 도 8의 MLA(160)과는 다르다. 상기 공간(214)은 완전히 연속적인 렌즐릿(212)를 형성할 수 없는 종래의 제조 방법의 결과로 나타나는 것이다. 그러나, 상기 공간(214)에 불투명 코우팅 처리를 함으로써, 그 공간이 상기 선택적인 DMLA 동작에 역효과를 거의 없도록 또는 전혀 없도록 한다. 따라서, MLA(210) 및 유사한 제2 MLA 가 있는 DMLA를 포함하는 경우에, 헤드업 디스플레이는 도 3 내지 도 12를 참고하여 앞서 설명한 바와 같은 충분히 동일한 특성(예를 들어, 균일한 확대된 빔 강도 프로파일, 육각형 개구)을 가지는 주시공간(30)(도 2)을 발생시킬 수 있다. 관련된 실시예에서, MLA 와 같은 MLA 중 어느 하나 만에서의 상기 공간(214)과 DMLA 확대기(52)의 입력면은 불투명 코우팅 처리된다.
- [0126] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 DMLA 출사동공 확대기(52)의 측면도이다. 도 14의 DMLA는 각각 렌즐릿(224,226)을 포함하고 있는 휘어진 MLA(220,222)가 포함되어 있다는 점에서 도 7~8의 DMLA 와는 다르다. 대응하는 렌즐릿(224,226) 쌍은 주사된 빔(60)(도 3)이 각각의 렌즐릿 쌍의 렌즐릿 모두의 중앙축과 동시에 일치하는 반지름 경로(228)를 따라가도록 정렬된다. 따라서, 휘어진 DMLA 는 주사-빔 조절 조립체(48)(도 3)에서 텔레센트릭 렌즈(50)를 삭제할 수 있게 해준다. MLA(220,222) 각각은 반지름 차원에서 동일한 초점 길이(f)를 가지며, 상기 반지름 차원에서 "f" 만큼 떨어져 있는 각각의 초점 곡선(230,232)을 가진다. 또한, 렌즐릿(224,226)은 도 8 및 도 13의 벌집 패턴으로 배열되며, MLA(220,222)에는 도 13을 참고하여 위에서 설명한 바와 같은 렌즐릿 사이의 불투명하게 코우팅된 렌즐릿이 포함되어 있다. 그러므로, 도 14의 DMLA 를 포함하는 경우,

헤드업 디스플레이(40)(도 3)는 도 3 내지 도 12를 참고하여 앞서 설명한 바와 같은 충분히 동일한 특성(예를 들어, 균일한 확대된 빔 강도 프로파일, 육각형 개구)을 가지는 주시공간(30)을 발생시킬 수 있다.

[0127] 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 슬랩(slab) DMLA 출사동공 확대기(52)의 등축도이다. 이 DMLA에는 두 개의 MLA(240,242)가 포함되어 있는데, 각각은 동일한 피치를 각각 가지고 있는 반-원통형 렌즈의 슬랩 쌍(244 및 246, 248 및 250)에서 각각 형성된다. 슬랩(244)은 슬랩(246)과 직교하며, 슬랩(248)은 슬랩(250)과 직교한다. MLA(240,242) 각각은 동일한 초점 길이(f)를 가지며, " f " 만큼 떨어져 있는 각자의 초점면(252,254)을 가진다. 각각의 MLA(240,242)의 결과 렌즐릿은 육각형 패턴이 아닌 정사각형 패턴으로 효과적으로 배열되며, 따라서, 그 결과 렌즐릿은 빔 엔빌로프(79)(도 3)가 정사각형 모양이 되도록 한다. 그러므로, 필 팩터를 향상시키기 위해서는, 빔 발생기(44)(도 3)를 수정하여 출력 빔(60)에 정사각형 개구를 전달하여 빔렛(32)(도 2)에 전달되도록 할 수 있다.

[0128] 도 15를 계속 참고하면, 상기 슬랩 DMLA 출사동공 확대기(52)의 선택적 실시예가 예상된다. 예를 들어, 각각의 MLA(240,242)의 한 슬랩은 다른 슬랩과는 다른 피치를 가질 수 있어서 그 결과 렌즐릿이 직사각형 모양이 가지게 된다. 이와 같은 실시예에서의 필 팩터를 향상시키기 위해서는, 빔 발생기(44)(도 3)를 수정하여 출력빔(60)에게 직사각형 개구를 전달해서 빔렛(32)(도 2)에게 전달되도록 할 수 있다. 또한, 비록 슬랩(246,248)이 서로 마주보게 수평으로 정렬된 것으로 도시하긴 하였으나, 상기 슬랩 DMLA 확대기(52)에 두 개의 슬랩(244,250)이 서로 마주보며 수직으로 정렬되게 하거나 또는 수평으로 배열된 슬랩을 마주보는 하나의 수직으로 배열된 슬랩이 있도록 정렬시킬 수 있다. 또한, 슬랩 후면에서 렌즈 사이에 어떠한 공간이 있는 경우, 이를 도 13을 참고하여 앞서 설명한 바와 같이 불투명 코우팅 처리할 수 있다.

[0129] 도 16은 본 발명의 더 다른 실시예에 따른 DMLA 출사동공 확대기(52)의 등축도이다. 이 DMLA 확대기(52)에는 두 개의 렌즐릿 어레이(256,258)가 포함되어 있다. 어레이(256)에는 동일한 피치를 가지고 있으며 유리나 플라스틱 등의 광학 재료인 두 개의 슬랩(262,264) 사이에 장착된 원통형 렌즈(260)가 포함되어 있다. 예를 들어, 상기 원통형 렌즈(260)는 광섬유일 수 있다. 어레이(258)는 어레이(256)와 비슷하며, 동일한 피치를 가지고 있으며 유리나 플라스틱 등의 광학 재료인 두 개의 슬랩(266,267) 사이에 장착되어 상기 렌즈(260)와는 직교하는 원통형 렌즈(265)가 포함되어 있다. 이러한 결과 렌즐릿은 정사각형 패턴으로 배열되며 확대된 빔 엔빌로프(79)(도 3)가 정사각형 모양이 되도록 한다. 따라서, 빔 발생기(44)(도 3)를 수정하여 출력빔(60)으로 정사각형 개구를 전달하여 빔렛(32)(도 2)으로 전달되게 할 수 있다. 또한, 렌즈(260,265) 사이의 공간을 가리기 위해서, 상기 슬랩(262,264,266,268)의 해당 영역을 도 13을 참고하여 상기 설명한 바와 같은 불투명 코우팅 처리할 수 있다.

[0130] 도 17은 본 발명의 더 다른 실시예에 따른 반사 DMLA 출사동공 확대기(52)의 측면도이다. 도 7~8의 DMLA 확대기(52)와 같이, 상기 반사 DMLA 확대기에는 MLA(160)이 포함되어 있다. 그러나, 반사 DMLA 확대기(52)는 MLA(162) 대신 반사기(270)이 포함되어 있다는 점에서 도 7~8의 DMLA 확대기와는 다르다. 반사기(270)에는 MLA(160)의 초점면(168)의 $f/2$ 에 위치하는 평평한 반사면(272)이 포함되어 있다. 따라서, 확대된 빔(78)은 MLA(160)의 전면(274)(즉, 주사된 빔(60)이 진행하는 면과 동일한 면)으로부터 주시공간(30)(도 2)으로 이동한다. 그러므로, 도 17의 반사식 DMLA 확대기(52)를 통합하는 경우에는, 헤드업 디스플레이(40)(도 3)는 도 3~12를 참고하여 앞에서 설명한 바와 같은 동일한 특성(예를 들어, 균일한 확대된 빔 강도 프로파일, 육각형 개구)과 충분히 동일한 특성을 가지는 주시공간(30)(도 2)을 발생시킬 수 있다. 또한, 반사식 DMLA 확대기(52)는 두 개의 MLA 정렬이 필요 없기 때문에 도 7~8의 DMLA 확대기(52)에 비해 제조가 더 쉽다.

[0131] 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 다중-피치 DMLA 출사동공 확대기(52)의 측면도이다. 도 7~8의 DMLA 확대기에서처럼, 상기 다중-피치 DMLA 확대기에는 렌즐릿 피치(D)가 있는 MLA(160)이 포함되어 있다. 그러나, 이 다중-피치 DMLA 확대기(52)는 렌즈 피치가 서로 달라서($D' > D$) 주사-빔 조절 조립체(48)(도 3)에서 텔레센트릭 렌즈(50)을 뺄 수 있는 제2 MLA(280)가 포함되어 있다는 점에서 도 7~8의 DMLA 확대기와는 다르다. MLA(280)는 초점 길이(f), MLA(160)의 초점면(168)에서 f 만큼 떨어져 있는 초점면(282) 및 도 8에 도시된 바와 같은 MLA(160)의 패턴과 유사한 벌집 패턴으로 배열된 렌즐릿(284)이 있다. 따라서, 다중-피치 DMLA 확대기(52)를 통합하는 경우, 헤드업 디스플레이(40)(도 3)는 도 3 내지 도 12를 참고하여 앞서 설명한 바와 같은 특성들(예를 들어, 균일한 확대된 빔 강도 프로파일, 육각형 개구)과 충분히 동일한 특성을 가지는 주시공간(30)(도 2)을 발생시킬 수 있다.

[0132] 상기 다중-피치 DMLA 확대기(52)의 선택적 실시예에서, D' 는 D 보다 작다.

[0133] 도 19는 본 발명의 더 다른 실시예에 따른 단일-마이크로렌즈-어레이(SMLA) 출사동공 확대기(52)의 등축도이다.

그 이름이 뜻하는 바와 같이, SMLA 확대기(52)에는 MLA(290)가 하나 포함되어 있다. MLA(160)(도 7 및 도 8)의 렌즐릿(164)에서와 같이, MLA(290)의 렌즐릿(292)은 도 8과 같이 벌집 패턴으로 배열되어 있다. 그러나, 도 7~8의 MLA(160)와는 달리, MLA(290)에는 특성이 다른, 즉, 높이, 곡면 반지름, 피치 및 굴절계수 등이 서로 다른 렌즐릿(292)이 포함되어 있다. 또한, 서로 다른 렌즐릿(292)의 배열은 의사-랜덤(pseudo-random) 또는 순서화될 수 있어서 렌즐릿 그룹이 동일한 특성을 공유하기도 한다. 비록 SMLA 확대기(52)가 도 7~8의 DMLA 확대기(52) 보다는 제조가 더 쉽고 제조 비용이 더 싸긴 하지만, SMLA 는 도 7~8의 DMLA 확대기(52)가 파라미터(예를 들어, 확대된 빔 강도 프로파일)를 발생시킬 수 있는 것과 같이, 원하는 레벨에 근접하게 주시공간(30)의 파라미터를 발생하지 못할 수도 있다.

[0134] 도 7~8 및 도 13~19를 다시 참고하면, 출사동공 확대기(52)(도 3)의 추가적인 실시예가 예상된다. 예를 들면, 도 7~8 및 도 13~19 에 도시된 특성을 선택하여 결합함으로써 출사동공 확대기(52)를 디자인할 수 있다. 그러한 한 예로서, 휘어진 MLA(222)를 도 17에 도시된 것과 비슷한 방식으로 휘어진 반사기로 교체함으로써 도 14의 휘어진 DMLA 확대기(52)를 조정할 수 있다. 또한, 출사동공 확대기(52)를 위해서, 회절 그레이팅(diffraction grating)과 같은 순서대로인 또는 뒤섞인 확산기(diffuser)를 사용할 수 있다. 적절한 회절 그레이팅의 한 예가 2002년 7월 26일 출원된 미국 특허출원 제10/205,858호, 2004년 7월 12일 출원된 미국 특허출원 제10/889,963호, 2004년 7월 12일 출원된 미국 특허출원 제10/890,501호 및 2004년 7월 27일 등록된 미국 특허 제6,768,588호에 개시되어 있으며, 이들 문헌은 본 명세서에 참고문헌으로 통합된다.

[0135] 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 대쉬보드(dashboard) 실드(300) 및 확대된 투사 조립체(54)(도 3)의 일부의 등축도이다. 비구면(aspheric) 미러(58)에 추가하여, 투사 조립체(54)에는 미러(302), 미러(304) 및 원통형 미러(306)가 포함되어 있다.

[0136] 확대된 투사 조립체(54)의 설명된 부분의 동작을 본 발명의 일 실시예에 따라 설명한다. 미러(302)는 확대된 빔(78)(빔렛(32)(도 2)을 포함함)을 빔 엔빌로프(72) 내에서 미러(302)로 향하게 하고, 상기 미러(302)는 그 확대된 빔(78)을 미러(306)으로 향하게 한다. 미러(306)는 미러(58)과는 휘어지면서 떨어져 있으며 상기 확대된 빔(78)을 더 확대시키고, 확대된 빔을 비구면 미러(58)로 향하게 하고, 상기 미러(58)는 이 확대된 빔을 상기 실드(300)를 통해서 앞부분 스크린(42)(도 3)상으로 향하게 한다.

[0137] 도 3을 참고하여 앞서 설명한 바와 같이, 운전자는 특정 높이를 위해 주시공간(30)(도 2)의 위치를 조정하기 위해 미러(58) 또는 헤드업 디스플레이 조립체 전체를 축(308)에 대해 회전시켜 주시공간(30)을 수직(y) 차원에서 이동시킬 수 있다. 선택적으로, 자동화 시스템(도 20에는 도시하지 않음)이 상기 미러(58)나 헤드업 디스플레이 조립체 전체를 앞에서와 같이 회전시켜서 주시공간(30)의 수직 위치를 조정할 수도 있다. 또한, 도 3을 참고하여 앞서 설명한 바와 같이, 미러(58)의 곡율은 앞부분 스크린(42)의 곡율을 광학적으로 보상하여 운전자가 주시공간 내에서 눈을 움직임에 따라 확대된 빔(78) 및 표시된 이미지가 늘어나거나, 왜곡되거나 또는 위치가 변화하지 않도록 디자인된다.

[0138] 도 20을 계속 참고하면, 눈부심을 줄이기 위해 선택사항으로 형성될 수 있는 실드(300)는 차량의 대쉬보드(도 20에는 도시하지 않음) 내에 형성된 구멍 내부에 장착되거나, 또는 헤드업 디스플레이 패키지의 위쪽에 장착되어 헤드업 디스플레이(40)(도 3)의 미러(58) 및 다른 성분들을 보호하고, 확대된 빔(78)(도 3)이 미러(58)에서부터 앞부분 스크린(42)(도 3) 까지 진행할 수 있도록 장착된다. 상기 실드는 태양 빛에 의한 눈부심을 줄이기 위해 사용될 수도 있으며, 또는 헤드업 디스플레이에 반사되거나 운전자 눈에 반사될 수 있는 다른 외부 조명으로부터의 눈부심을 줄이기 위해 사용될 수도 있다. 상기 실드(300)의 노출된(위쪽) 및 노출되지 않은(아래쪽)면(310,312) 모두는 비반사 코우팅 처리되며, 노출된 면에는 Teflon(등록상표)과 같은 지문이 남지 않는 코우팅 처리를 더 하기도 한다. 또한, 상기 실드(300)는 유리나 플라스틱과 같은 투명한 재료로 만들어도 좋다.

[0139] 확대된 투사 조립체(54)의 선택적 실시예가 예상된다. 예를 들어, 상기 투사 조립체(54)에 도 20에 도시된 것보다 많거나 적은 수의 미러가 포함될 수도 있으며, 렌즈(56)(도 3)에 추가하여 또는 대신으로 굴절식, 반사굴절망원 및/또는 회절식 광학소자를 포함될 수도 있다.

[0140] 도 21 및 도 22는 앞부분 스크린(42) 또는 본 발명의 일 실시예에 따른 다른 요소들에 의해 발생된 이미지 왜곡을 보상하기 위해 헤드업 디스플레이(40)(도 3)를 어떻게 전자식으로 조정하는지를 설명하고 있다. 상기 조정이 전자식으로 이루어지기 때문에, 비구면 렌즈(58)(도 3 및 도 20)와 같은 헤드업 디스플레이(40)의 성분을 조정하거나 교체해야 하는 수정 기술에 비해서 덜 복잡하고 더 싸다.

[0141] 도 21은, 출사동공 확대기(52)(도 3)가 사용할 수 있는 주사 영역(320), 빔(60)(도 3)이 그 영역(320)에서 주사

하는 이미지(322) 및 본 발명의 실시예에 따른 주시공간(30) 내에 운전자 눈이 있을 때 영역(320)과 이미지(322,324)가 같은 스케일이 되지 않아서 운전자가 왜곡된 이미지(324)를 인식하게 되는 오버레이(overlay)이다. 이미지(322)는 직사각형으로서, 폭이 "p"이며 출사동공 확대기(52)의 주사 영역(320) 내부의 중심을 두고 있다.

[0142] 왜곡이 없다면, 인식된 이미지(324)는 주사된 이미지(322)와 일반적으로 동일한 모양, 방위, 및 상대적 위치를 가지게 된다. 확대된 빔(78)과 빔렛(32)(도 2)의 개구는 주사된 이미지(322)의 모양에 어떠한 영향도 미치지 않음에 주의하라. 따라서, 헤드업 디스플레이(40)는 육각형 개구를 가지는 확대된 빔 및 빔렛과 직사각형 모양을 가지는 이미지(322)를 동시에 발생시킬 수 있다. 그러나, 인식된 이미지(324)는 확대된 빔(78) 및 빔렛(32)의 개구는 왜곡에 의한 영향을 받게 되며 이는 후술한다.

[0143] 그러나, 본 예에서, 왜곡은 인식된 이미지(324)가 주사된 이미지(322)와는 그 모양(폭 p의 β 만큼의 테이퍼에 의한 사다리꼴 대 직사각형), 방위(주사된 이미지에 대해 $\alpha=45^\circ$ 만큼 반시계방향 회전), 및 상대적 위치(인식된 이미지의 중심은 주사된 이미지의 중심에서 q만큼 왼쪽으로 이동됨)에 있어서 다르게 되도록 한다. 좀 더 구체적으로는, 이 왜곡은 확대된 빔(78)의 개구에 원치 않는 테이퍼 β 를 발생시키고(이 왜곡 성분은 종종 "키스토닝(key stoning)"으로 불린다), 확대된 빔을 원하는 방위에서 45° 반시계방향으로 회전시키고, 확대된 빔의 개구를 상대거리 q만큼 원하는 위치에서 왼쪽으로 이동시킨다. 이러한 왜곡은 다른 원인으로 발생되기도 하지만, 종종 앞부분 스크린(42)(도 3)과 비구면 미러(58)(도 3 및 20)간의 광학적 불일치로 인한 것이다. 통상적으로는, 그러한 왜곡은 앞부분 스크린(42)(도 3)이 있는 차량(도 21에는 도시하지 않음)이 먼저 조립되거나 또는 앞부분 스크린이 교체되는 경우 있을 수 있다.

[0144] 도 21을 계속 참고하면, 인식된 이미지(324) 내의 왜곡이 앞부분 스크린(42)(도 3)과 비구면 미러(58)(도 3 및 20)간의 광학적 불일치로 인해 발생하는 곳에서는, 콘볼루션 해결책이 상기 앞부분 스크린이나 비구면 미러 중 어느 하나를 교체하거나 또는 미러의 곡률을 조정해서 앞부분 스크린과의 광학적 일치가 더 잘 되도록 한다. 그러나, 이 해결책은 구성성분의 조정 및 교체가 필요하고 앞부분 스크린(42) 및 미러(58) 중 적어도 하나의 곡률 계산이 필요하기 때문에, 이 해결책은 때때로 상대적인 시간 소비와 비용이 든다.

[0145] 그러나, 후술하는 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 그러한 왜곡을 보상하기 위해 헤드업 디스플레이(40)(도 3)를 전자식으로 조정하거나 재조정할 수 있다. 따라서, 디스플레이(40)의 구성요소를 교체하거나 조정하거나 또는 물리적 구조를 바꾸지 않고서도 그 왜곡을 줄이거나 제거할 수 있다.

[0146] 도 22는 출사동공 확대기(52)(도 3)가 주사 가능한 영역(320), 왜곡을 상쇄시키도록 가동되며 빔(60)(도 3)이 그 영역(320)에서 주사하는 이미지(330), 및 상기 영역(320) 및 이미지(320,332)가 같은 스케일이 아니어서 본 발명의 일 실시예에 따른 주시공간(30)(도 2) 내부에 사용자(도 22에는 도시하지 않음)의 눈이 있는 경우 충분히 왜곡이 없는 것처럼 인식되는 왜곡-보상된 이미지(332)의 오버레이이다. 후술하는 바와 같이, 왜곡-상쇄 이미지(330)의 모양, 방위 및 테이퍼는 도 21의 왜곡된 이미지(324)의 모양, 방위 및 테이퍼에 각각 역상이다.

[0147] 도 21 및 도 22를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 출사동공 확대기(52)(도 3)상에 상기 왜곡-상쇄 이미지(330)를 주사하기 위해 헤드업 디스플레이를 프로그래밍하여 그 왜곡된 이미지(324)를 교정하도록 헤드업 디스플레이(40)(도 3)를 조정할 수 있다. 좀 더 구체적으로, 디스플레이(40)의 빔 발생기(44)(도 3)를 프로그래밍하여 원래 이미지를 거리 q만큼 오른쪽으로 이동시키고(즉, -q만큼 왼쪽으로 이동), 이동된 원래 이미지를 $-\alpha$ 각도 만큼 회전시키고, 이동되고 회전된 원래 이미지를 $-\beta$ 만큼 테이퍼시킴으로써 원래 주사된 이미지로부터 왜곡-상쇄 이미지(332)를 효과적으로 발생시킨다. 프로그래밍된 이미지 전자장비(62)(도 3)가 빔 소스(64,66,68)(도 3)를 적절한 방식으로 변조하여 상기 이동, 회전 및 테이퍼 작업을 수행한다. 이러한 이동, 회전 및 테이퍼를 하기 위해서는, 출사동공 확대기(52)의 상기 영역(320)이 원래 이미지(322)의 영역보다는, 예를 들면 15% 정도, 더 크다.

[0148] 그러므로, 원래 주사된 이미지(322)를 왜곡된 이미지(324)로 변형시키는 동일한 왜곡이 이제는 왜곡-상쇄 이미지(330)를 왜곡-보상된 이미지(332)로 변형시키며, 운전자는 원래 주사된 이미지(322)와 같은 류, 위치, 방위 및 모양을 가진 것처럼 왜곡이 없는 것으로 인식한다.

[0149] 물리적인 변형 대신 프로그래밍을 통해 헤드업 디스플레이를 조정할 수 있기 때문에, 운전자는 종래 했던 조정 보다는 보다 빠르고 정확하게 그러한 조정을 자주 할 수 있다. 또한, 운전자는 검사/조정 장비(도 21 및 22에는 도시하지 않음)를 프로그래밍 하여 왜곡된 이미지(324)를 잡아내고, 그 잡아낸 이미지로부터 왜곡-상쇄 이미지(330)의 파라미터(예를 들어, 모양, 방위 상대적 위치) 등을 계산하고, 출력 빔(60)을 변조하기 위해 빔 발생기(44)를 프로그래밍하여 스캐너(44)가 상기 출사동공 확대기(52)(빔 발생기, 출력 빔, 스캐너 및 도 3에 도시된

출사동공 확대기)의 가동 영역(320)상에 왜곡-상쇄 이미지를 주사하도록 그러한 조정을 자동화할 수 있다.

[0150] 도 21 및 도 22를 계속 참고하면, 상기 설명한 왜곡-조정 기술의 다른 실시예가 예상된다. 예를 들어, 빔 발생기(44)(도 3)를 프로그램하여 이동, 회전 및 테이퍼 왜곡 이상의 다른 왜곡을 고칠 수 있다. 예를 들어, 상기 발생기(44)를 프로그램하여 이미지의 모양에 대한 비-테이퍼 왜곡을 고칠 수 있다. 또한, 빔 발생기(44)를 프로그램하여 출력 빔(60)의 강도를 변화시켜 확대된 빔(78)의 강도 프로파일 내의 왜곡을 고칠 수 있다.

[0151] 지금까지의 설명으로부터, 비록 본 발명의 특정 실시예를 설명의 목적으로 설명하긴 했지만, 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않고 다양한 수정이 있을 수 있다. 예를 들어, 도 3, 21 및 22를 참고하면, 헤드업 디스플레이(40)은 타일링(tiling) 기술을 사용하여 출사동공 확대기(52)상에 이미지를 주사할 수 있다. 즉, 디스플레이(40)가 스캐너(46)가 여러 빔을 스윕하도록, 각각의 빔은 출사동공 확대기(57) 상에 이미지의 다른 부분을 주사할 수 있다. 타일링은 2001년 5월 15일 출원된 미국 특허 제09/858,287호, 2001년 5월 15일 출원된 미국 특허출원 제09/858,688호, 2004년 6월 29일 등록된 미국 특허 제6,755,536호 및 2003년 10월 28일 등록된 미국 특허 제6,639,719호에 설명되어 있으며, 이들 모두는 참고문헌으로 통합된다.

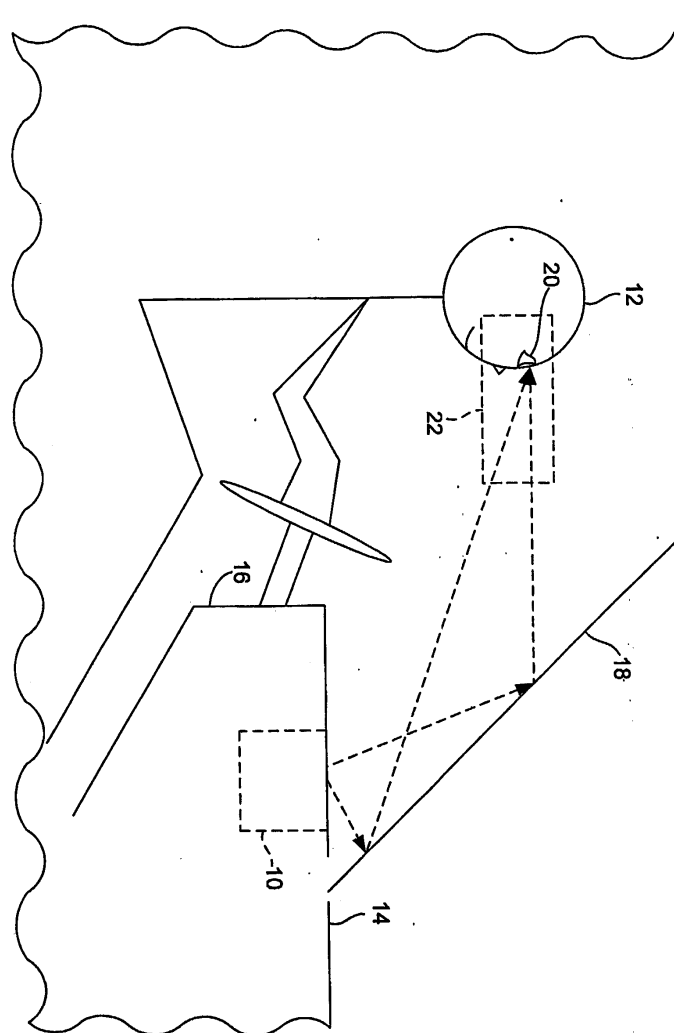
도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 종래 헤드업 디스플레이를 포함하는 차량 내부의 운전자 주변 일부의 측면도,
- [0009] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 헤드업 디스플레이 주시 공간(아이 박스)의 등측도,
- [0010] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 2의 주시 공간으로 이미지를 투시할 수 있는 헤드업 디스플레이의 다이어그램,
- [0011] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 3색 빔 발생기의 다이어그램,
- [0012] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4의 빔 발생기에서 발생된 스캔 빔의 톱 헛(균일한) 강도 프로파일의 도표보다 나은 도 4의 빔 발생기 내부의 빔의 가우시안 강도 프로파일의 도표,
- [0013] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 도 3의 3색 빔 발생기의 다이어그램,
- [0014] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 출사동공 확대기의 측면도,
- [0015] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 7의 육각형 모양으로 배열된 마이크로렌즈 어레이의 평면도,
- [0016] 도 9a는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 7의 출사동공 확대기에서 발생된 빔-엔빌로프 강도 프로파일의 2차원 도표,
- [0017] 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 가우시안 강도 프로파일을 가지는 주사-빔을 위한 도 3의 헤드업 디스플레이(40)에서 발생된 빔렛 강도 프로파일의 2차원 도표,
- [0018] 도 9c는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 9b의 빔렛 강도 프로파일 및 도 9a의 빔-엔빌로프 강도 프로파일의 조합 결과인 빔 강도 프로파일의 2차원 도표,
- [0019] 도 10a 및 10b는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 9c의 빔 강도 프로파일 결과로 야기된 도 2의 주시 공간 내부의 강도 비-균일성을 설명하는 도,
- [0020] 도 11a는 본 발명의 일 실시예에 따른 톱 헛 강도 프로파일을 가지는 스캔 빔을 위한 도 3의 헤드업 디스플레이(40)에서 발생된 빔렛 강도 프로파일의 2차원 도표,
- [0021] 도 11b는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 11a의 빔렛 강도 프로파일 및 도 9a의 빔-엔빌로프 강도 엔빌로프의 조합 결과인 균일한 빔 강도 프로파일의 2차원 도표,
- [0022] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 11b의 균일한 빔 강도 프로파일로 야기된 도 2의 주시 공간 내부의 간략화된 또는 이상적인 강도 균일성을 설명하는 도,
- [0023] 도 13은 본 발명의 더 다른 실시예에 따른 도 7의 마이크로렌즈 어레이의 평면도,
- [0024] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 도 3의 출사동공 확대기의 측면도,
- [0025] 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 도 3의 출사동공 확대기의 등측도,
- [0026] 도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 도 3의 출사동공 확대기의 등측도,

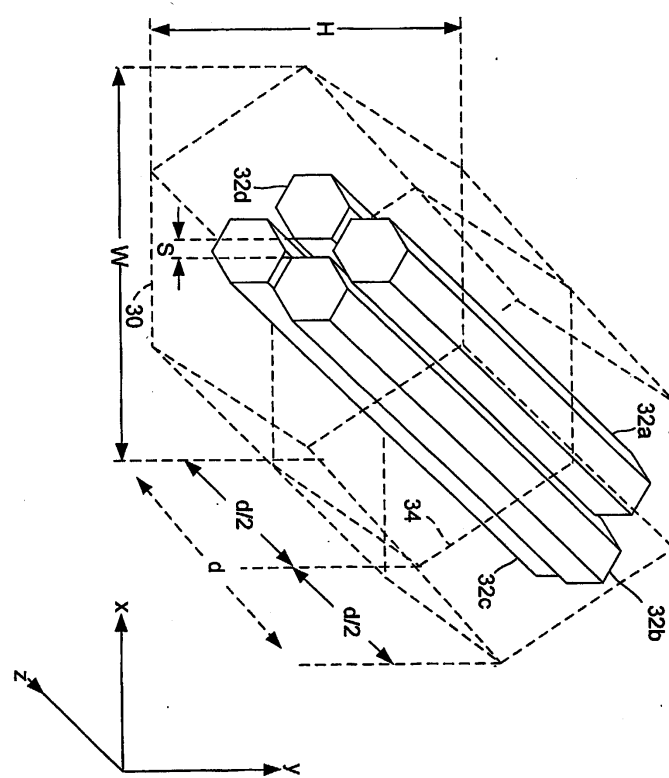
- [0027] 도 17은 본 발명의 다른 실시예에 따른 도 3의 출사동공 확대기의 등측도,
 [0028] 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 도 3의 출사동공 확대기의 등측도,
 [0029] 도 19는 본 발명의 다른 실시예에 따른 도 3의 출사동공 확대기의 표면 지형의 등측도,
 [0030] 도 20은 발명의 일 실시예에 따른 도 3의 투사 조립체 일부의 등측도,
 [0031] 도 21은 헤드업 디스플레이가 앞부분 유리와 조정되지 않은 경우 도 3의 상기 디스플레이에서 발생된 왜곡된 가상 이미지의 다이어그램,
 [0032] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따라 헤드업 디스플레이가 앞부분 유리에 조정된 후 도 3의 상기 디스플레이에서 발생된 왜곡되지 않은 가상 이미지의 다이어그램이다.

도면

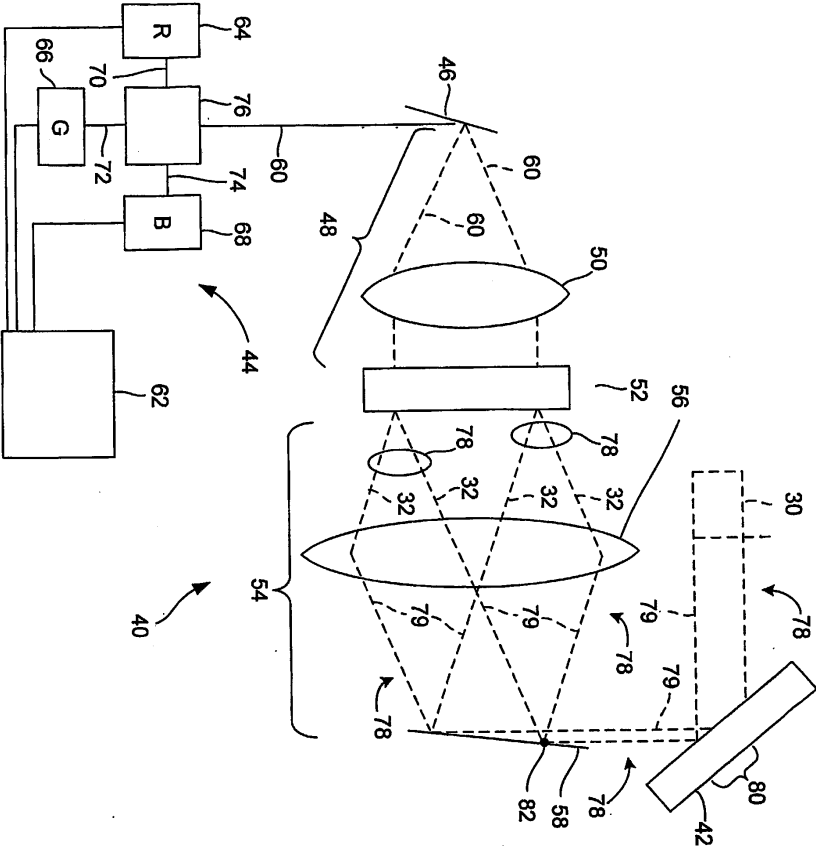
도면1



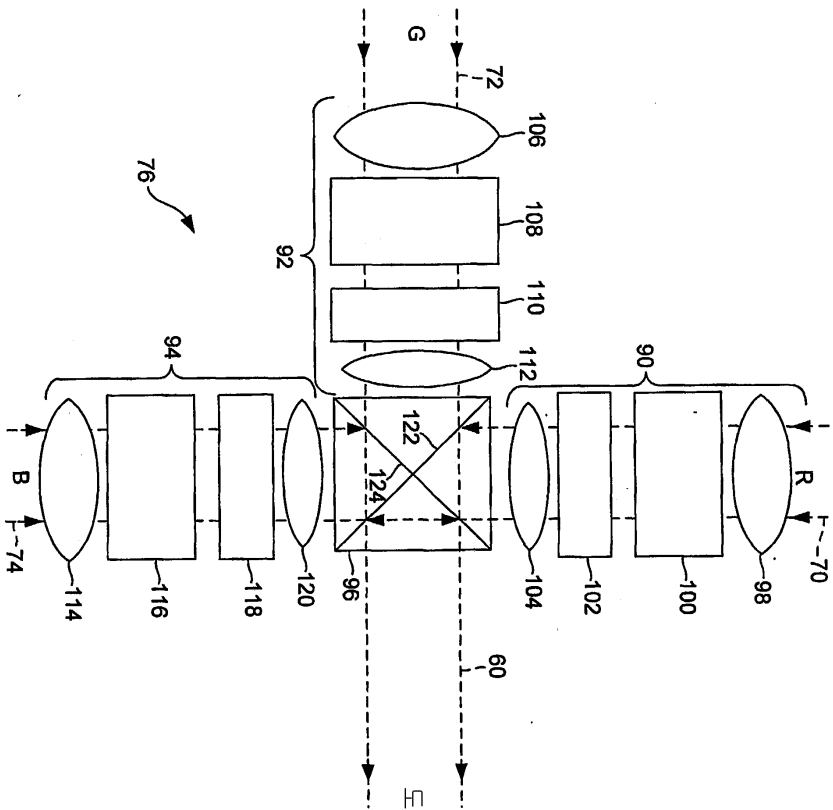
도면2



도면3

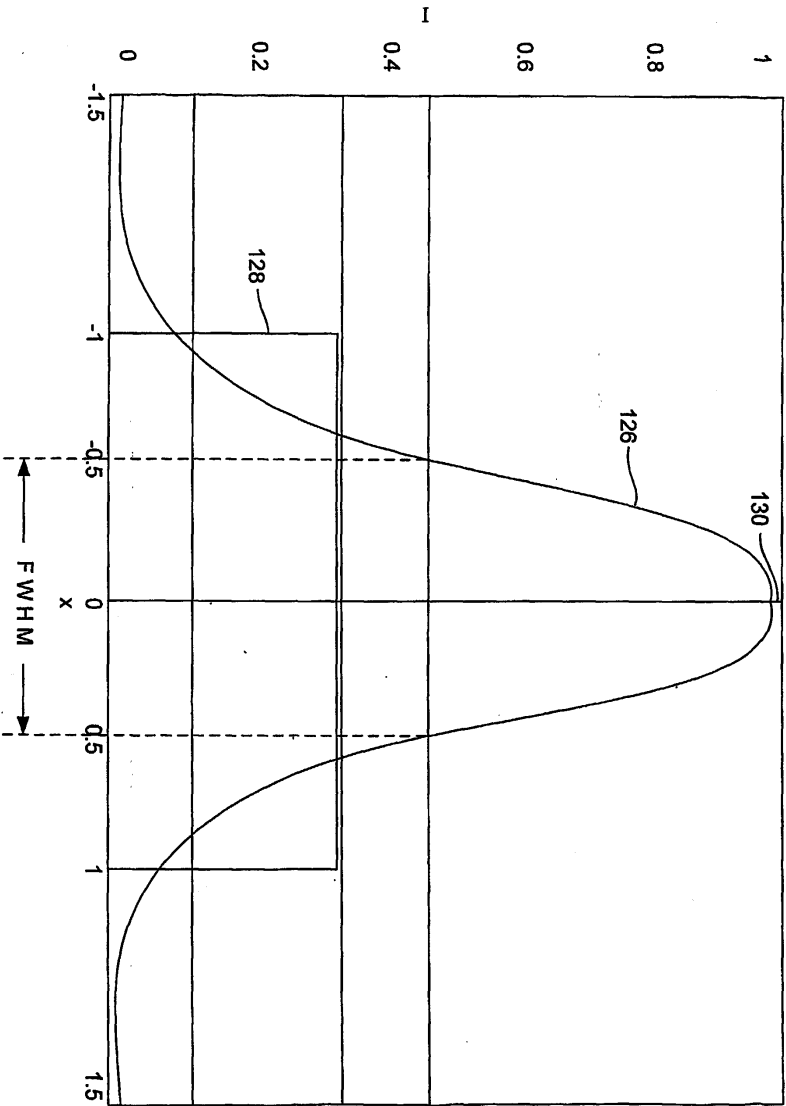


도면4

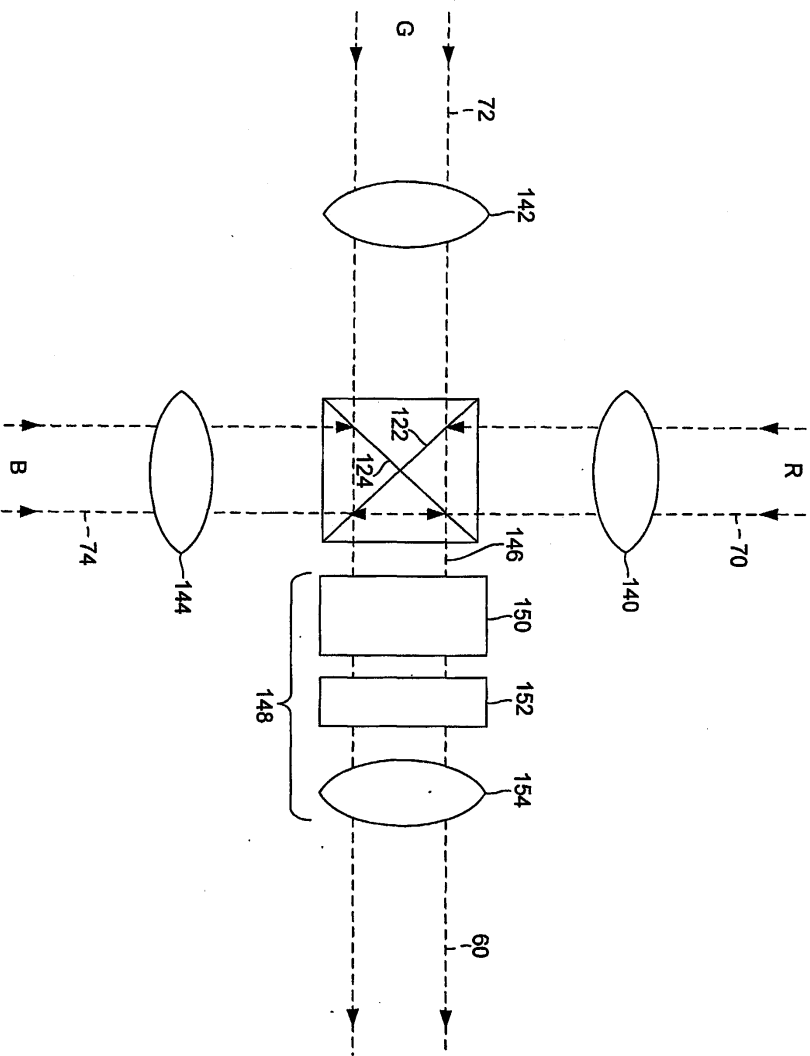


도 3의 스캐너(46)쪽으로

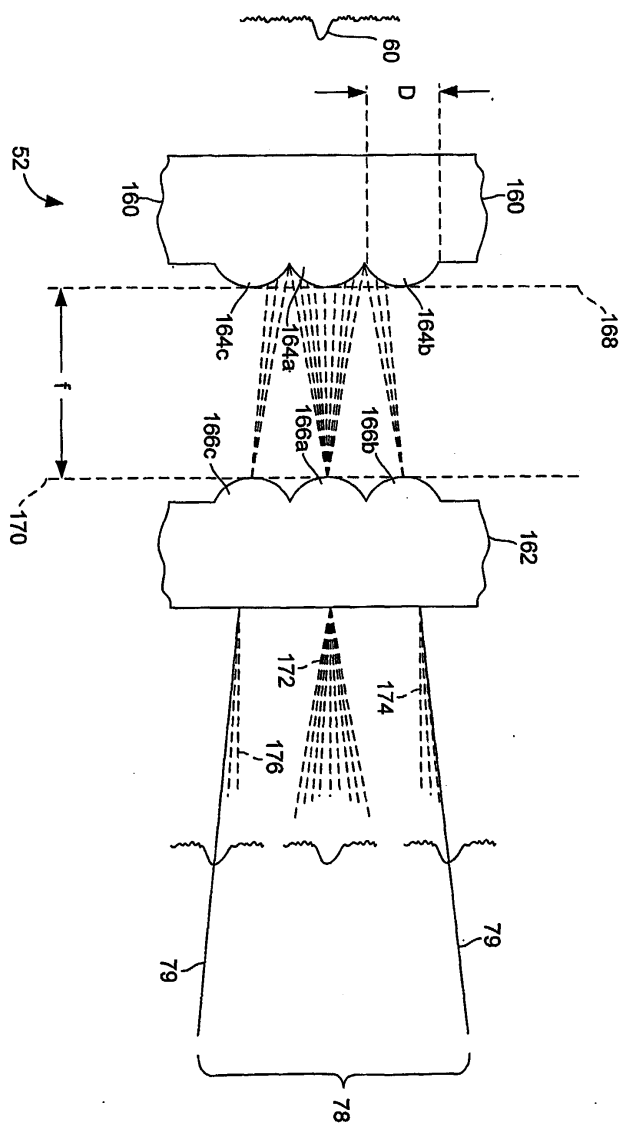
도면5



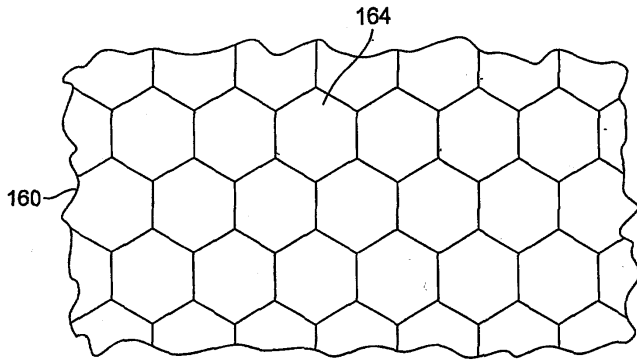
도면6



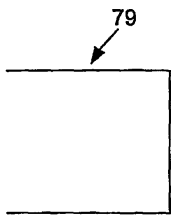
도면7



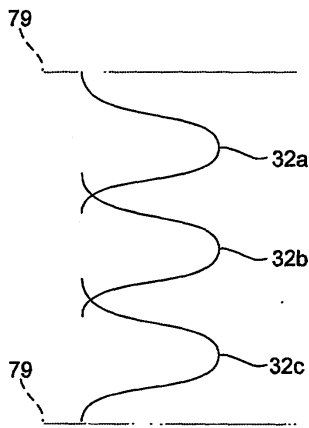
도면8



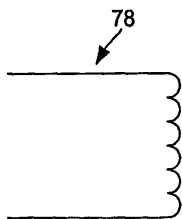
도면9a



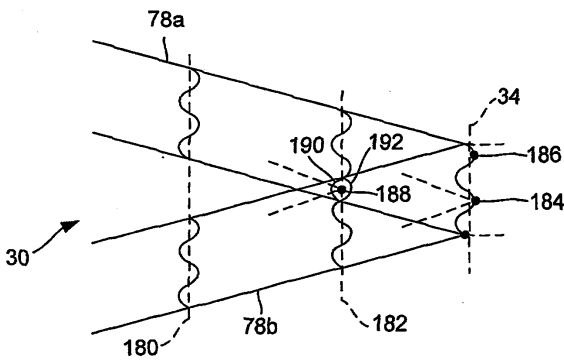
도면9b



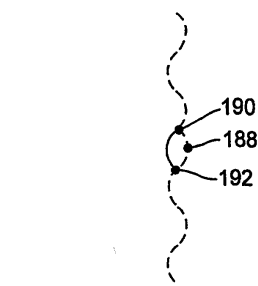
도면9c



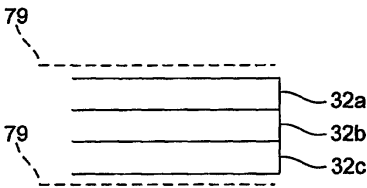
도면10a



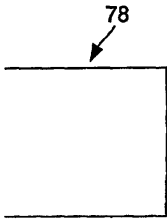
도면10b



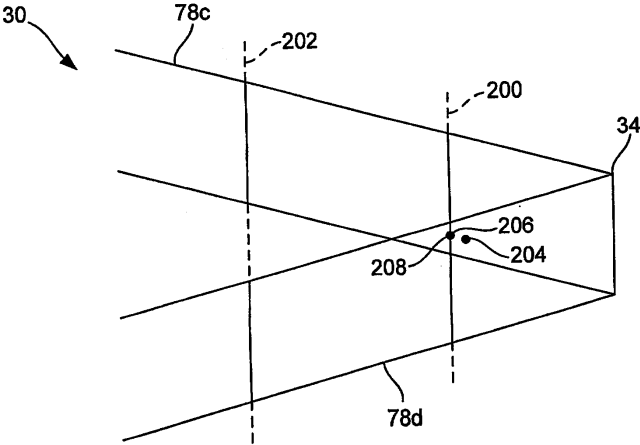
도면11a



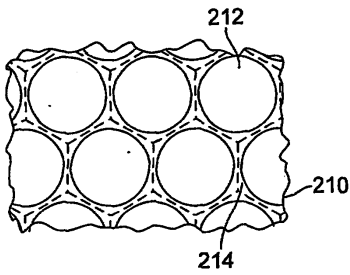
도면11b



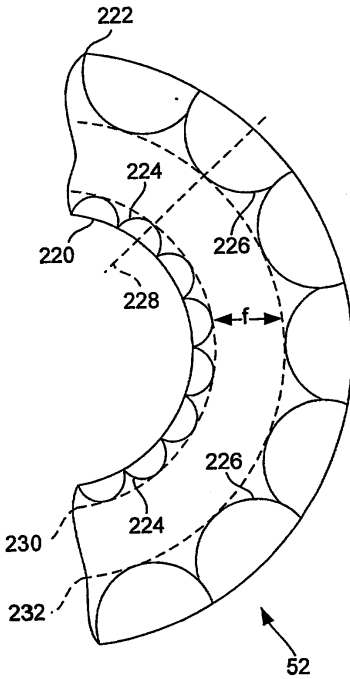
도면12



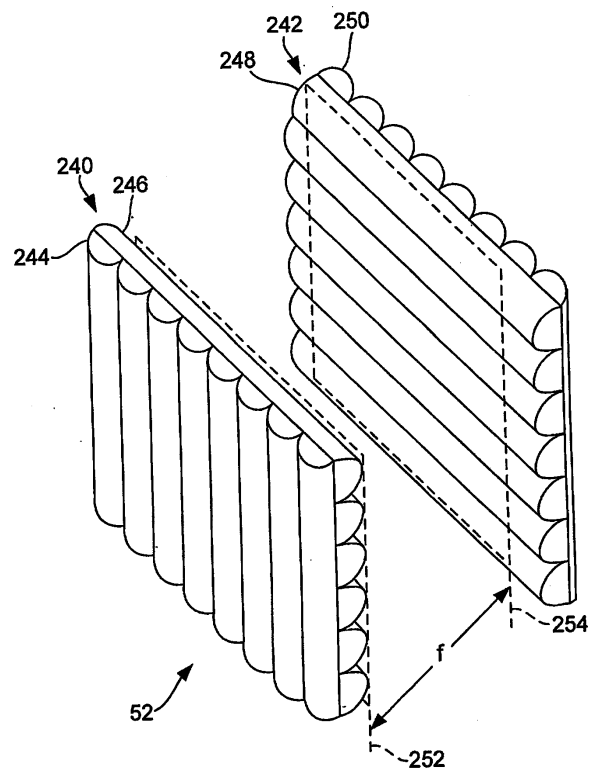
도면13



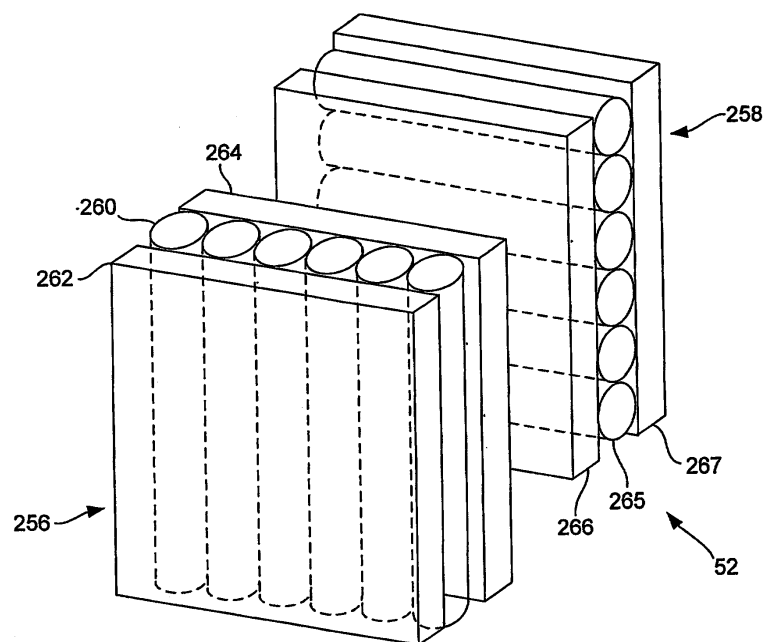
도면14



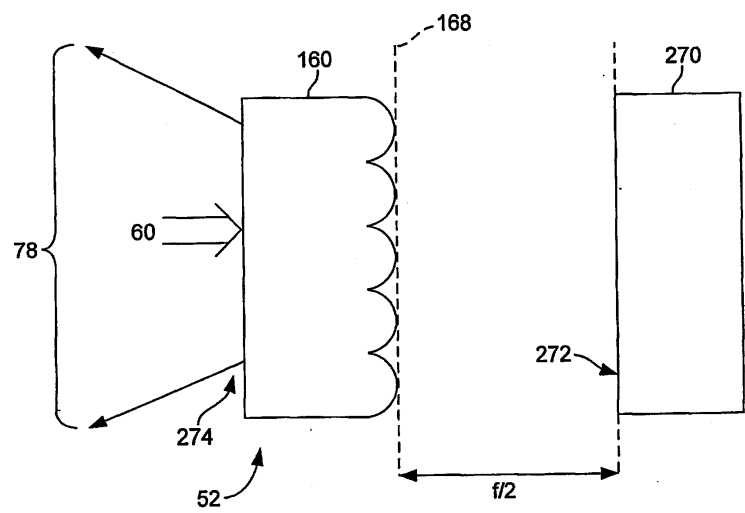
도면15



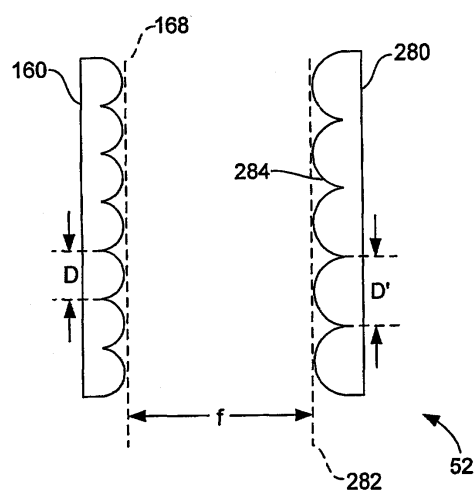
도면16



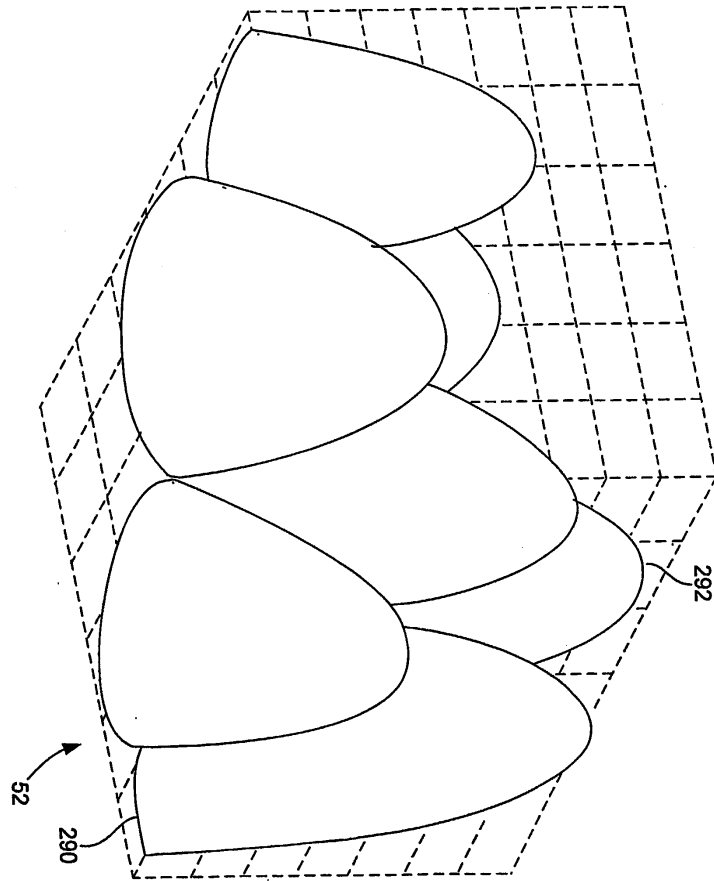
도면17



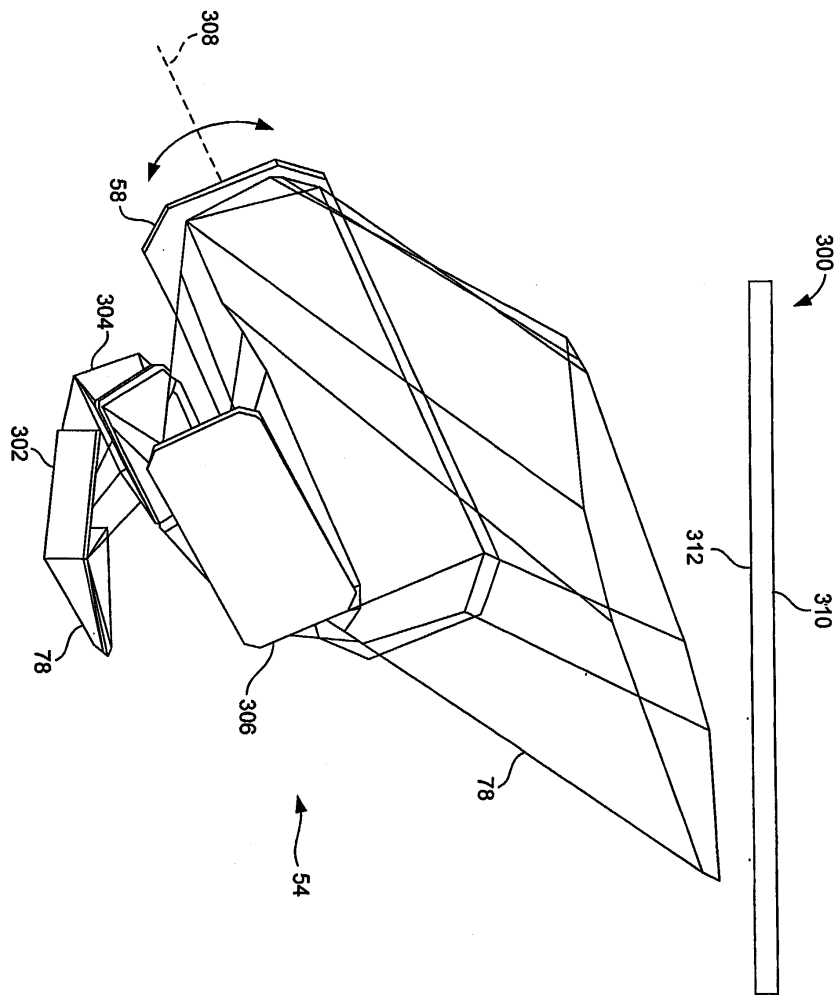
도면18



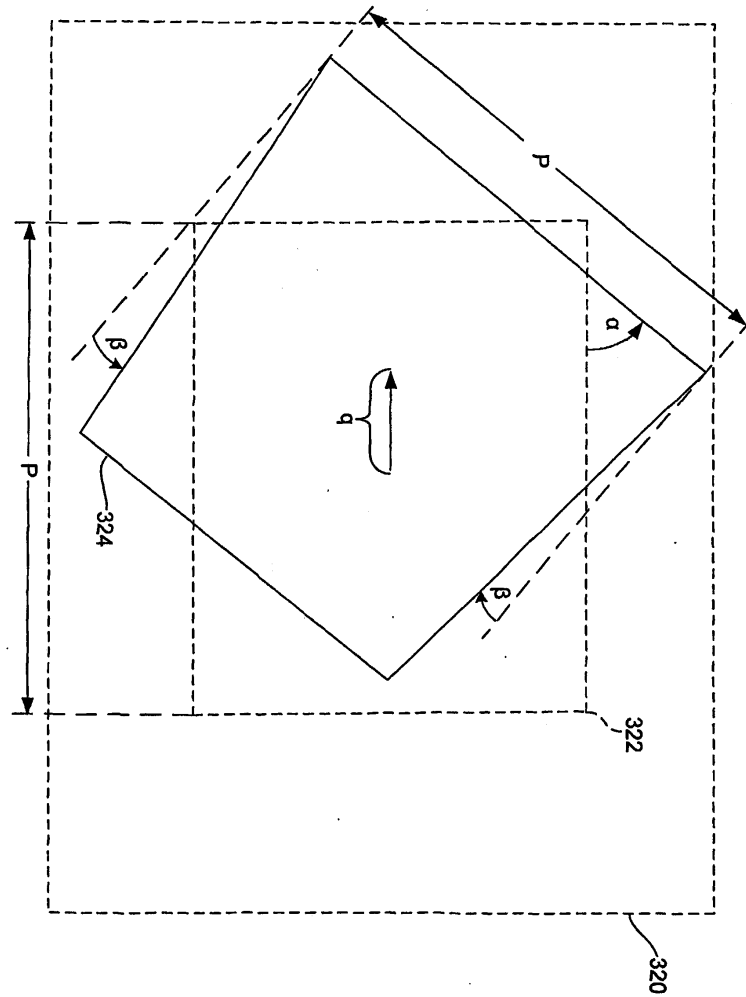
도면19



도면20



도면21



도면22

