



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년08월10일
(11) 등록번호 10-0911690
(24) 등록일자 2009년08월04일

- (51) Int. Cl.
H04N 5/74 (2006.01) H04N 9/31 (2006.01)
G03B 21/26 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2007-7027065
- (22) 출원일자 2006년04월13일
심사청구일자 2007년11월21일
- (85) 번역문제출일자 2007년11월21일
- (65) 공개번호 10-2008-0005966
- (43) 공개일자 2008년01월15일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2006/014200
- (87) 국제공개번호 WO 2006/115852
국제공개일자 2006년11월02일
- (30) 우선권주장
11/112,366 2005년04월22일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US05136390 A1
US05664353 A1
WO2004112443 A1

- (73) 특허권자
오스텐도 테크놀로지스 인코포레이티드
미국 캘리포니아 92011 칼스배드 스위트 200 파
세오 델 노르트 6185
- (72) 발명자
엘-고루리 허췌인 에스
미국 캘리포니아 92011 칼스배드 스포빌 레인
7275
- (74) 대리인
특허법인 신성

전체 청구항 수 : 총 47 항

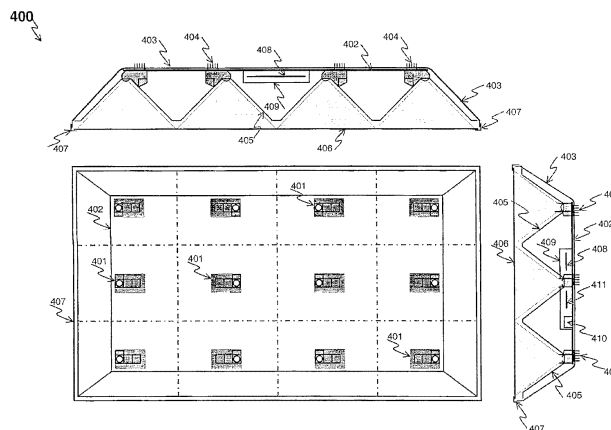
심사관 : 전범재

(54) 리어 프로젝션 어레이 시스템을 이용하는 로우 프로파일, 대형 스크린 디스플레이

(57) 요약

마이크로 프로젝터 어레이를 이용하는 리어 프로젝션 어레이 시스템을 이용하는 로우-프로파일, 대형 스크린 디스플레이는 각각 마이크로-디스플레이 장치, 다수의 광학 컴포넌트, 레드/그린/블루(RGB) 발광 다이오드(LED) 광원, 각 컬러에 대한 광 센서 장치, 및 전력 구동 및 인터페이스 일렉트로닉스 회로를 포함한다. 복수의 마이크로 프로젝터는, 마이크로 프로젝터 어레이의 집합 투사되는 출력 픽셀(서브-이미지)로 이루어지는 균일한 무결절성 이미지를 공동 투사하기 위해서 그리드의 꼭지점을 따르는 어레이로서 배열된다. 어레이 컨트롤러는 어레이의 각 마이크로 프로젝터에 임베디드되는 광 센서에 의해 발생되는 출력 신호를 처리하고, 어레이에 걸쳐 균일한 휘도 및 색채성(컬러-포인트)을 유지하기 위해서 어레이의 마이크로 프로젝터의 각각에 대해 광 소스 제어 신호 및 픽셀 계조 입력을 발생시킨다. 단일 대형 디스플레이를 형성하기 위한 서브-이미지 경계의 테이퍼링 및 확산을 포함하여 다양한 특징이 기재되어 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

이미지를 디스플레이하기 위한 리어 프로젝션(rear projection: RP) 디스플레이 장치에 있어서,

프로젝션 스크린;

2차원 어레이로 배열되고, 각각 상기 프로젝션 스크린 상에 각각의 서브-이미지를 투사하는 복수의 마이크로 프로젝터 - 여기서, 상기 서브-이미지들은 보다 큰 이미지를 형성하기 위해서 함께 타일링(tiling)되고, 각 마이크로 프로젝터는, LED 광원; 상기 LED 광원으로부터의 광을 시준하도록 배치된 광 시준 광학계(light collimation optics); 어레이 컨트롤러에 연결되고, 상기 LED 광원으로부터의 광을 감지하도록 배치된 광 센서; 상기 광 시준 광학계로부터의 광에 의해 조명되도록 배치된 마이크로-디스플레이 장치; 및 상기 마이크로-디스플레이 장치로부터의 이미지를 각각의 서브-이미지로서 상기 프로젝션 스크린에 투사하도록 배치된 프로젝션 광학계를 포함함 - ; 및

이미지 데이터를 수신하고, 상기 광 센서의 출력에 응답하여 밝기 및 컬러 균일성(brightness and color uniformity)을 달성하기 위해서 보정하면서, 또한 리어 프로젝션 이미지를 형성하기 위해서 상기 서브-이미지들의 무결절성 타일링을 위해 스케일링(scaling)하면서, 각 마이크로 프로젝터로 각각의 서브-이미지 데이터를 제공하도록 연결된 어레이 컨트롤러

를 포함하는 리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 인접한 마이크로 프로젝터로 제공되는 서브-이미지 데이터와 오버랩하는 서브-이미지 데이터를 포함하는 서브-이미지 데이터를 각 마이크로 프로젝터로 제공하고, 상기 마이크로 프로젝터는 인접한 서브-이미지들과 오버랩하는 각각의 서브-이미지를 투사하도록 배열되고,

상기 어레이 컨트롤러는, 개별 서브-이미지들의 밝기를 제어하여, 각 서브-이미지 오버랩 및 넌-오버랩(non-overlap) 영역, 및 인접한 서브-이미지들에 걸쳐 균일한 밝기를 제공하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 각 서브-이미지의 오버랩 영역에서의 픽셀의 밝기를, 인접한 넌-오버랩 픽셀에서 최대 로 하여, 오버랩 픽셀의 에지에서 최소로 감소시키는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 상기 어레이의 제1 방향으로의 인접한 이미지들 사이의 오버랩 영역에 테이퍼링 계수(tapering coefficients)를 적용하고, 다음에 상기 어레이의 제2 방향으로의 인접한 이미지들 사이의 오버랩 영역에 테이퍼링 계수를 적용함으로써, 각 서브-이미지의 오버랩 영역에서의 각 픽셀의 컬러 성분의 밝기를 감소시키는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

각 서브-이미지의 픽셀의 밝기는, 상기 프로젝션 스크린 상의 각각의 픽셀의 컬러 성분이 조명되는 상대적인 지속시간(relative duration)을 제어함으로써 제어되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 디스플레이되는 서브-이미지들의 계조 동작 범위(grayscale dynamic range)의 최소 레벨을, 적어도 각 마이크로 프로젝터의 잔여 광 누설(residual light leakage)의 4배와 같은 값으로 설정하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 마이크로 프로젝터와 상기 프로젝션 스크린 사이에 분리기(separator)

를 더 포함하고,

여기서, 상기 분리기는, 각 마이크로 프로젝터가 조명하는 상기 프로젝션 스크린의 각 영역의 윤곽을 그리는(outlining)

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 광 시준 광학계는, 광 경로 폴딩 미러를 포함하여, 광 경로 광학계 및 광 집속기(light integrator)를 포함하는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 LED 광원은, 레드, 그린 및 블루 광 컬러를 제어 가능하게 방출할 수 있는 LED 광원을 포함하는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 리어 프로젝션 이미지는 비디오 이미지인

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 상기 LED 광원의 각 컬러의 온/오프 상태를 제어하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 광 센서는 상기 LED 광원으로부터의 광의 각 컬러를 감지하도록 배치되고, 상기 어레이 컨트롤러는, 각 픽

셀 컬러 성분의 제조값, 및 각각의 마이크로 프로젝터의 LED 광원의 각각의 컬러의 밝기를 동시에 조정함으로써, 상기 프로젝션 스크린 상에 투사되는 이미지의 각 픽셀에서의 각 컬러의 밝기를 제어하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 각 컬러가 각 픽셀에 대해 상기 프로젝션 스크린 상에 투사되는 지속 시간(time duration)을 조정함으로써, 상기 프로젝션 스크린 상에 투사되는 이미지의 각 픽셀에서의 각 컬러의 밝기를 제어하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 각각의 마이크로 프로젝터의 LED 광원의 컬러의 밝기를 조정함으로써, 상기 프로젝션 스크린 상에 투사되는 이미지의 각 픽셀에서의 각 컬러의 밝기를 제어하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 마이크로-디스플레이 장치는 복수의 반사 픽셀(reflective pixels)을 포함하는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 상기 LED 광원의 각 컬러의 온/오프 상태와 동기하여, 상기 마이크로-디스플레이 장치의 각 픽셀의 온/오프 상태를 제어하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 17

이미지를 디스플레이하기 위한 리어 프로젝션 디스플레이 장치에 있어서,

프로젝션 스크린;

2차원 어레이로 배열되고, 각각 상기 프로젝션 스크린 상에 각각의 서브-이미지를 투사하는 복수의 마이크로 프로젝터 - 여기서, 상기 서브-이미지들은 보다 큰 이미지를 형성하기 위해서 함께 타일링되고, 각 마이크로 프로젝터는, LED 광원; 광 경로 광학계 및 광 집속기를 포함하고, 상기 LED 광원으로부터의 광을 시준하도록 배치된 광 시준 광학계; 상기 광 집속기에 광학적으로 연결되고, 어레이 컨트롤러에 연결되고, 상기 LED 광원으로부터의 광을 감지하도록 배치된 광 센서; 상기 광 시준 광학계로부터의 광에 의해 조명되도록 배치된 마이크로-디스플레이 장치; 및 상기 마이크로-디스플레이 장치로부터의 이미지를 각각의 서브-이미지로서 상기 프로젝션 스크린에 투사하도록 배치된 프로젝션 광학계를 포함함 - ; 및

이미지 데이터를 수신하고, 위치 및 각도에 대하여, 상기 광 센서의 출력에 응답하여 밝기 및 컬러 균일성을 달성하기 위해서 보정하면서, 또한 리어 프로젝션 이미지를 형성하기 위해서 상기 서브-이미지들의 무결결성 타일링을 위해 스케일링하면서, 각 마이크로 프로젝터로 각각의 서브-이미지 데이터를 제공하도록 연결된 어레이 컨트롤러

를 포함하는 리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 18

이미지를 디스플레이하기 위한 리어 프로젝션 디스플레이 장치에 있어서,

프로젝션 스크린;

2차원 어레이로 배열되고, 각각 상기 프로젝션 스크린 상에 각각의 서브-이미지를 투사하는 복수의 마이크로 프로젝터 - 여기서, 상기 서브-이미지들은 인접한 서브-이미지들과 오버랩하고, 보다 큰 이미지를 형성하기 위해서 함께 타일링됨 - ; 및

이미지 데이터를 수신하고, 서브-이미지 오버랩 영역에서의 픽셀의 컬러 성분의 계조값을 에지-상보 테이퍼링 (edge-complementary tapering)하면서, 각 마이크로 프로젝터로 각각의 서브-이미지 데이터를 제공하도록 연결된 어레이 컨트롤러를 포함하고,

상기 오버랩 영역에서의 각 서브-이미지의 픽셀의 밝기는, 상기 프로젝션 스크린 상의 각각의 픽셀의 컬러 성분이 조명되는 상대적인 지속시간을 제어함으로써 제어되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 상기 어레이의 제1 방향으로의 인접한 이미지들 사이의 오버랩 영역에 테이퍼링 계수를 적용하고, 다음에 상기 어레이의 제2 방향으로의 인접한 이미지들 사이의 오버랩 영역에 테이퍼링 계수를 적용함으로써, 각 서브-이미지의 오버랩 영역에서의 픽셀의 컬러 성분의 밝기를 감소시키는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 디스플레이되는 이미지의 계조 동작 범위의 최소 레벨을, 적어도 상기 마이크로 프로젝터의 잔여 광 누설의 4배와 같은 값으로 설정하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 21

제18항에 있어서,

각 마이크로 프로젝터와 광학적으로 연결된 광 센서

를 더 포함하고,

여기서, 상기 어레이 컨트롤러는, 상기 광 센서의 출력에 응답하여, 상기 서브-이미지들의 각각에서 균일한 광도(light intensity)를 제공하도록 각 마이크로 프로젝터의 광원을 제어하는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 밝기 및 컬러 균일성을 달성하기 위해서 서브-이미지 데이터를 보정하고, 리어 프로젝션 이미지를 형성하기 위해서 상기 서브-이미지들을 무결절성 타일링하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 23

삭제

청구항 24

제18항에 있어서,
 상기 마이크로 프로젝터와 상기 프로젝션 스크린 사이에 분리기
 를 더 포함하고,
 여기서, 상기 분리기는, 각 마이크로 프로젝터가 조명하는 상기 프로젝션 스크린의 각 영역의 윤곽을 그리는
 리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 25

제18항에 있어서,
 각 마이크로 프로젝터는,
 LED 광원;
 상기 LED 광원으로부터의 광을 시준하도록 배치된 광 시준 광학계;
 상기 어레이 컨트롤러에 연결되고, 상기 LED 광원으로부터의 광을 감지하도록 배치된 광 센서;
 상기 광 시준 광학계로부터의 광에 의해 조명되도록 배치된 마이크로-디스플레이 장치; 및
 상기 마이크로-디스플레이 장치로부터의 이미지를 각각의 서브-이미지로서 상기 프로젝션 스크린에 투사하도록
 배치된 프로젝션 광학계를 포함하고,
 여기서, 상기 어레이 컨트롤러는, 상기 광 센서의 출력에 응답하여, 각 서브-이미지의 밝기를 제어하도록 구성
 되는
 리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 26

제25항에 있어서,
 상기 광 시준 광학계는, 광 경로 폴딩 미러를 포함하여, 광 경로 광학계 및 광 집속기를 포함하는
 리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 27

제25항에 있어서,
 상기 LED 광원은, 레드, 그린 및 블루 광 컬러를 제어 가능하게 방출할 수 있는 LED 광원을 포함하는
 리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 28

제27항에 있어서,
 상기 리어 프로젝션 이미지는 비디오 이미지인
 리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 29

제27항에 있어서,
 상기 어레이 컨트롤러는, 상기 LED 광원의 각 컬러의 온/오프 상태를 제어하도록 구성되는
 리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 30

제27항에 있어서,

상기 광 센서는, 상기 LED 광원으로부터의 광의 각 컬러를 감지하도록 배치되고, 상기 어레이 컨트롤러는, 각 픽셀 컬러 성분의 계조값, 및 각각의 마이크로 프로젝터의 LED 광원의 각각의 컬러의 밝기를 동시에 조정함으로써, 상기 프로젝션 스크린 상에 투사되는 이미지의 각 픽셀에서의 각 컬러의 밝기를 제어하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 31

제30항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 각 컬러가 각 픽셀에 대해 상기 프로젝션 스크린 상에 투사되는 지속 시간을 조정함으로써, 상기 프로젝션 스크린 상에 투사되는 이미지의 각 픽셀에서의 각 컬러의 밝기를 제어하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 32

제30항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 각각의 마이크로 프로젝터의 LED 광원의 각각의 컬러의 밝기를 조정함으로써, 상기 프로젝션 스크린 상에 투사되는 이미지의 각 픽셀에서의 각 컬러의 밝기를 제어하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 33

제25항에 있어서,

상기 마이크로-디스플레이 장치는 복수의 반사 픽셀을 포함하는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 상기 LED 광원의 각 컬러의 온/오프 상태와 동기하여, 상기 마이크로-디스플레이 장치의 각 픽셀의 온/오프 상태를 제어하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 35

이미지를 디스플레이하기 위한 리어 프로젝션 디스플레이 장치에 있어서,

프로젝션 스크린;

2차원 어레이로 배열되고, 각각 상기 프로젝션 스크린 상에 각각의 서브-이미지를 투사하는 복수의 마이크로 프로젝터 - 여기서, 상기 서브-이미지들은 인접한 서브-이미지들과 오버랩하고, 보다 큰 이미지를 형성하기 위해서 함께 타일링되고, 각 마이크로 프로젝터는, LED 광원; 광 경로 광학계 및 광 집속기를 포함하고, 상기 LED 광원으로부터의 광을 시준하도록 배치된 광 시준 광학계; 상기 광 집속기에 광학적으로 연결되고, 어레이 컨트롤러에 연결되고, 상기 LED 광원으로부터의 광을 감지하도록 배치된 광 센서; 상기 광 시준 광학계로부터의 광에 의해 조명되도록 배치된 마이크로-디스플레이 장치; 및 상기 마이크로-디스플레이 장치로부터의 이미지를 각각의 서브-이미지로서 상기 프로젝션 스크린에 투사하도록 배치된 프로젝션 광학계를 포함함 - ; 및

이미지 데이터를 수신하고, 서브-이미지 오버랩 영역에서의 픽셀의 컬러 성분 계조값을 예지-상보 태이퍼링하면서, 각 마이크로 프로젝터로 각각의 서브-이미지 데이터를 제공하도록 연결된 어레이 컨트롤러

를 포함하고,

여기서, 상기 어레이 컨트롤러는, 상기 광 센서의 출력에 응답하여, 각 서브-이미지의 밝기를 제어하도록 구성

되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 36

컬러 비디오 이미지를 디스플레이하기 위한 리어 프로젝션 디스플레이 장치에 있어서,

뷰잉(viewing)을 위한 전면 및 후면을 갖는 프로젝션 스크린;

2차원 어레이로 배열되고, 각각 상기 프로젝션 스크린의 후면 상에 각각의 서브-이미지를 투사하는 복수의 마이크로 프로젝터 - 여기서, 상기 서브-이미지들은 인접한 서브-이미지들과 오버랩하고, 보다 큰 이미지를 형성하기 위해서 함께 타일링되고, 각 마이크로 프로젝터는, 레드, 블루 및/또는 그린 광을 제어 가능하게 방출할 수 있는 LED 광원; 상기 LED 광원으로부터의 광을 시준하도록 배치된 광 시준 광학계; 어레이 컨트롤러에 연결되고, 상기 LED 광원으로부터의 광을 감지하도록 배치된 광 센서; 상기 광 시준 광학계로부터의 광에 의해 조명되도록 배치된 마이크로-디스플레이 장치 - 여기서, 상기 마이크로-디스플레이 장치는, 온 상태인 경우에는 상기 프로젝션 스크린의 각각의 픽셀로 제어 가능하게 광을 반사시키고, 오프 상태인 경우에는 상기 프로젝션 스크린으로 광을 반사시키지 않는 복수의 반사 픽셀을 포함함 - ; 및 상기 마이크로-디스플레이 장치로부터의 이미지를 각각의 서브-이미지로서 상기 프로젝션 스크린에 투사하도록 배치된 프로젝션 광학계를 포함함 - ; 및 비디오 이미지 데이터를 수신하고, 서브-이미지 오버랩 영역에서 예지-상보 테이퍼링하면서, 밝기 및 컬러 균일성을 달성하기 위해서 보정하면서, 또한 리어 프로젝션 이미지를 형성하기 위해서 상기 서브-이미지들의 무결절성 타일링을 위해 스케일링하면서, 각 마이크로 프로젝터로 각각의 서브-이미지 데이터를 제공하도록 연결된 어레이 컨트롤러

를 포함하고,

여기서, 상기 어레이 컨트롤러는, 상기 광 센서의 출력에 응답하여, 리어 프로젝션 이미지의 각 서브-이미지에서의 각 컬러의 계조 레벨을 유지하는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 37

제36항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 상기 서브-이미지의 각 픽셀에서의 각 컬러에 대한 온 상태의 시간(on time)을 변경함으로써, 서브-이미지에서의 각 컬러의 계조 레벨을 유지하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 38

제36항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 각각의 마이크로 프로젝터의 LED 광원에 의해 방출되는 각각의 컬러의 밝기를 조정함으로써, 서브-이미지의 각 픽셀에서의 각 컬러의 계조 레벨을 유지하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 39

제36항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 상기 복수의 마이크로 프로젝터의 LED 광원에 의해 방출되는 각각의 컬러의 밝기를 조정함으로써, 각 서브-이미지의 각 픽셀에서의 각 컬러의 계조 레벨을 유지하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 40

제36항에 있어서,

상기 어레이 컨트롤러는, 소정의 계조 레벨로부터의 작은 편차에 대해서는 상기 서브-이미지의 각 픽셀에서의 각 컬러에 대한 온 상태의 시간을 변경함으로써, 동시에 상기 소정의 계조 레벨로부터의 보다 큰 편차에 대해서는 각각의 마이크로 프로젝터의 LED 광원에 의해 방출되는 각각의 컬러의 밝기를 조정함으로써, 또한 동시에 상기 소정의 계조 레벨로부터의 더욱 더 큰 편차에 대해서는 모든 마이크로 프로젝터의 LED 광원에 의해 방출되는 각각의 컬러의 밝기를 조정함으로써, 서브-이미지에서의 각 컬러의 계조 레벨을 유지하도록 구성되는

리어 프로젝션 디스플레이 장치.

청구항 41

컬러 이미지의 리어 프로젝션 방법에 있어서,

리어 프로젝션 스크린을 제공하는 단계;

2차원 어레이로 배열되고, 각각 상기 리어 프로젝션 스크린 상에 상기 컬러 이미지의 각각의 부분을 형성하는 서브-이미지를 투사하는 복수의 마이크로 프로젝터를 제공하는 단계 - 여기서, 각 마이크로 프로젝터는, 레드, 블루 및/또는 그린 광을 제어 가능하게 제공할 수 있는 LED 광원; 및 상기 LED 광원에 의해 조명되도록 배치되고, 온 상태인 경우에는 상기 프로젝션 스크린 상의 각각의 픽셀로 제어 가능하게 상기 LED 광원으로부터의 광을 반사시키고, 오프 상태인 경우에는 상기 프로젝션 스크린으로 광을 반사시키지 않는 복수의 반사 픽셀을 포함하는 마이크로-디스플레이 장치를 포함함 - ; 및

이미지 데이터를 수신하고, 상기 이미지 데이터의 각각의 부분을 서브-이미지 데이터로서 각 마이크로 프로젝터와 연관시키는 단계;

상기 컬러 이미지를 형성하기 위해서 상기 서브-이미지들의 무결절성 타일링을 위해 스케일링하면서, 밝기 및 컬러 균일성을 달성하기 위해서 각 마이크로-프로젝터와 연관되는 상기 서브-이미지 데이터를 보정하는 단계; 및

상기 컬러 이미지를 형성하기 위해서 상기 서브-이미지들의 무결절성 타일링을 위해 각각의 마이크로 프로젝터에 의해 상기 리어 프로젝션 스크린 상에 각각의 보정된 상기 서브-이미지 데이터에 대응하는 각 서브-이미지를 투사하는 단계

를 포함하는 리어 프로젝션 방법.

청구항 42

제41항에 있어서,

투사되는 각 서브-이미지에서의 각 컬러의 밝기를 제어하여, 리어 프로젝션 이미지에서 균일한 밝기를 제공하는 단계

를 더 포함하는 리어 프로젝션 방법.

청구항 43

제42항에 있어서,

투사되는 각 서브-이미지에서의 각 컬러의 밝기는, 각각의 서브-이미지에서의 각각의 컬러의 듀티 사이클(duty cycle)을 조정함으로써 제어되는

리어 프로젝션 방법.

청구항 44

제42항에 있어서,

투사되는 각 서브-이미지에서의 각 컬러의 밝기는, 각각의 LED 광원으로부터의 각각의 컬러의 밝기를 제어함으로써 제어되는

리어 프로젝션 방법.

청구항 45

제42항에 있어서,

각 마이크로 프로젝터와 연관되는 상기 서브-이미지 데이터는 인접한 마이크로 프로젝터와 연관되는 서브-이미지 데이터와 오버랩하고,

상기 리어 프로젝션 방법은,

오버랩 영역 및 년-오버랩 영역에서의 개별 서브-이미지들의 밝기를 제어하여 인접한 서브-이미지들에 걸쳐 균일한 밝기를 제공하기 위해서, 서브-이미지들의 오버랩 영역에서의 픽셀에 대해 테이퍼링 계수를 적용하는 단계를 더 포함하는 리어 프로젝션 방법.

청구항 46

제45항에 있어서,

각 서브-이미지의 오버랩 영역에서의 픽셀의 밝기는, 인접한 년-오버랩 픽셀에서 최대로 하여, 오버랩 픽셀의 에지에서 최소로 되는 범위를 갖도록 제어되고, 상기 각 서브-이미지에서의 픽셀의 최소 밝기는 적어도 각 마이크로 프로젝터의 잔여 광 누설의 4배와 같은 값으로 설정되는

리어 프로젝션 방법.

청구항 47

제46항에 있어서,

각 서브-이미지의 오버랩 영역에서의 픽셀의 밝기는, 상기 어레이의 제1 방향으로의 인접한 이미지들 사이의 오버랩 영역에 테이퍼링 계수를 적용하고, 다음에 상기 어레이의 제2 방향으로의 인접한 이미지들 사이의 오버랩 영역에 테이퍼링 계수를 적용함으로써 제어되는

리어 프로젝션 방법.

청구항 48

제41항에 있어서,

소정의 컬러에 대한 상기 서브-이미지의 밝기는, 레드, 그린 및 블루 LED 광원의 소정의 조합이 동시에 온 상태가 되는 것을 허용하기 위해서, 상기 LED 광원의 온/오프 상태를 조정함으로써 제어되는

리어 프로젝션 방법.

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 로우-프로파일, 대형 스크린 디지털 리어 프로젝션(RP) 디스플레이 장치를 구축하기 위한 시스템, 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 디지털 고화질(High Definition: HD) 비디오 기술의 출현은 (50"의 스크린 대각선(screen diagonal) 이상의) 대형 스크린 크기를 갖는 HD 텔레비전(HDTV) 및 HD 디스플레이 장치에 대한 놀랄만한 요구(phenomenal demand)를 야기시키고 있다. 다수의 디지털 기술은, 디지털 마이크로-미러 장치(Digital Micro-mirror Display: DMD) 또는 실리콘 액정 표시 장치(Liquid Crystal On Silicon: LCOS) 장치를 이용하는 마이크로-디스플레이 기반 리어 프로젝션(RP) 디스플레이 장치, 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display: LCD), 및 플라즈마 표시 패널(Plasma Display Panel: PDP)을 포함하여, 이러한 요구를 다루도록 이루어진다. 이들 각 경쟁 기술은 다음의 찬반양론을 갖는다. (1) 소정의 스크린 대각선에 대하여, PDP 및 LCD 디스플레이는 일반적으로 리어 프로젝션 디스플레이보다 고비용이다. (2) PDP 및 LCD 디스플레이는 일반적으로 리어 프로젝션 디스플레이보다 훨씬 더 박형이다. (3) PDP 및 LCD 디스플레이가 일반적으로 벽에 장착되기에 충분한 박형임에도 불구하고, 이러한 디스플레이는 벽에 장착하기 어려울 수 있을 정도로 중량인 경향이 있다. (4) 리어 프로젝션 디스플레이는 통상적으로 PDP 및 LCD 디스플레이보다 비용-효율이 높다. (5) 리어 프로젝션 디스플레이는 로우-프로파일 폼-팩터(form-factor)를 제공하지 않아, 그 결과 방에서 너무 넓은 공간을 점유할 수도 있는데, 이는 종종 리어 프로젝션 디스플레이가 대형 스크린 디스플레이로서 선택되지 않는 디스플레이가 되도록 한다.

<3> 이러한 배경기술 설명을 위하여, 다양한 디스플레이 기술의 폼-팩터의 정량적 비교를 위해 다음의 파라미터가 이용된다.

<4> - 깊이대 스크린 대각선 비율인 R1; 및

<5> - 전체 높이대 스크린 높이 비율인 R2.

<6> PDP 및 LCD 디스플레이는, 0.12 내지 0.15의 범위의 폼-팩터 비율 R1, 및 1.05 내지 1.07의 범위의 폼-팩터 비율 R2를 갖는다. 이와 비교하여, 통상적인 리어 프로젝션 디스플레이는, 0.4 내지 0.5의 범위의 폼-팩터 비율 R1, 및 1.3 내지 1.5의 범위의 폼-팩터 비율 R2를 갖는다. 다음의 배경기술 설명에 있어서, 폼-팩터 비율 R1이 0.15 이하의 범위에 있고, 폼-팩터 비율 R2가 1.07 이하의 범위에 있는 경우에 로우-프로파일을 갖는 디스플레이 장치가 고려된다.

<7> 도1은 종래기술의 통상적인 리어 프로젝션 디스플레이 장치를 도시한 도면이다. 일반적으로, 리어 프로젝션 디스플레이 장치(100)는 프로젝션 광학 엔진(110), 폴딩 미러(120 및 125), 및 스크린(130)을 포함한다. 프로젝션 광학 엔진(110)은 프로젝션 광학계(111), 컬러 휠(color wheel)(112), 광원 램프(113), 냉각 팬(114), (DMD 또는 LCOS 장치와 같은) 마이크로-디스플레이 장치(115)를 포함하고, 냉각 팬(118)도 갖는데, 이는 포맷터 보드(formatter board)(117) 상의 마이크로-디스플레이 장치 구동 일렉트로닉스와 함께 장착되고, 포맷터 보드(117)는 광학 엔진(110)의 새시에 장착된다. 프로젝션 광학 엔진(110)은, 디스플레이될 이미지를 발생시키는데, 그런 다음 이는 폴딩 미러(120 및 125)에 의해 스크린(130)을 향하여 지향된다. 광학 엔진은, 광이 컬러 휠(112)의 레드, 그린 및 블루 세그먼트를 통과한 이후의 픽셀 계조(grayscale) 입력으로, 마이크로-디스플레이 장치(115)를 이용하여, 광원 램프(113)에 의해 발생하는 광을 변조함으로써 투사될 이미지를 발생시킨다. 포맷터 보드(117) 상의 일렉트로닉스는, 순차적으로 컬러 휠(112)의 레드(R), 그린(G) 및 블루(B) 세그먼트와 마이크로-디스플레이 장치의 동작을 동기화한다. 리어 프로젝션 디스플레이 장치(100)의 깊이는, 프로젝션 스크린(130) 대각선, 프로젝션 광학계(111)의 (스크린 대각선에 대한 방출 거리(throw distance)의 비율로서 정의되는) 방출 비율(throw ratio) 특성, 및 사용되는 폴딩 미러(120 및 125)의 수에 종속한다. 현재 시판되는 0.45 방출 비율을 갖는 광학 엔진 및 단일 폴딩 미러를 사용하는 50"의 스크린 대각선을 갖는 리어 프로젝션 장치는, 스크린 아래에 7.5"의 높이 및 15"의 폭을 갖는데, 이는 폼-팩터 비율이 R1=0.3 및 R2=1.37이 되도록 한다.

<8> 광원 램프(113)의 휘도 입력에 관한 스크린에서의 휘도 출력에 관하여, 현재 시판되는 리어 프로젝션 디스플레이 장치의 효율은 통상적으로 9% 내지 12%의 범위에 있다. 이러한 리어 프로젝션 디스플레이 장치의 열등한 휘도 효율(luminance efficiency)은, 주로 컬러 휠(112)이 적어도 광원에 의해 발생하는 휘도의 2/3을 차단한다는 사실에 기인한다. 광원 램프(113)의 효율과 함께, 리어 프로젝션 디스플레이 장치의 열등한 휘도 효율은, 통상적으로 적어도 하나의 냉각 팬(114) 및 부가적인 냉각 핀(11)을 필요로 하는 열 관리(thermal management) 문제점을 생성하는데 기여한다. 이러한 열 관리 문제점은, 사용될 수 있는 광원 램프(113)의 휘도에 대해 제약하는 경향이 있고, 그에 따라 프로젝션 출력을 시준하기 위한 프레넬 컴포넌트(fresnel component)뿐만 아니라 확산 컴포넌트를 갖는 프로젝션 스크린(130)을 사용할 필요성을 나타낸다. 스크린(130)에 대한 프레넬 컴포넌트의 부가는 비용을 추가하고, 스크린의 밝기(brightness)가 시야각(viewing angle)에 따라 변하게 한다. 통상적으로 열등한 효율을 갖는 것에 부가하여, 대형 스크린 프로젝션을 위해 충분한 휘도를 발생시킬 필요가 있으며 통상적으로 광원 램프(113)로서 사용되는 고압 아크 램프(high-pressure arc lamps)는 또한 매우 열등한 수명 및 신뢰성도 갖는다. 모터 구동 컬러 휠 및 냉각 팬의 본래 열등한 신뢰성과 함께 이러한 열등한 신뢰성은 도1의 대형 스크린 리어 프로젝션 장치의 전반적인 신뢰성을 더욱 열등하게 한다.

<9> 대형 스크린 대각선을 갖는 박형의 리어 프로젝션 디스플레이 장치가 12"의 범위의 깊이를 갖도록 개발되고 있다. 그러나, 이러한 박형의 리어 프로젝션 디스플레이 장치는 통상적으로 비구면 미러(aspherical mirrors)의 이용에 종속하는데, 이는 제조 및 정렬이 어렵고, 그 결과 디스플레이가 고비용이 되도록 한다(미국특허 제 6,485,145호, 제6,457,834호, 제6,715,886호 및 제6,751,019호 참조). 도2는 비구면 미러의 이용을 극복하는 또다른 종래기술의 박형 리어 프로젝션 디스플레이 장치(200)를 도시한 도면이다(미국특허 제6,728,032호, 제 6,804,055호 및 미국특허공개공보 제2004/0032653호 참조). 도2에 도시된 박형 리어 프로젝션 디스플레이 장치(200)는, 이미지를 투사하기 위한 광각(wide-angle) 광학 엔진(210), 복수의 폴딩 미러(220-230), 및 투사된 이미지를 디스플레이하도록 설계된 것일 뿐만 아니라, 폴딩 반사기로서 기능하도록 설계된 스크린(240)을 포함한다. 스크린(240) 프레넬은, 제1 각도로부터 스크린에 입사하는 광을 반사시키도록 구성되고, 또한 제2 각도로부터 스크린에 입사하는 광을 투과시키도록 구성된 복수의 각도 오프셋(angle offset) 반사 엘리먼트(250)를 포함한다. 박형 리어 프로젝션 디스플레이 장치(200)는, 프로젝션 광 콘(projection light cone)의 다중 폴딩, 및 0.12의 범위의 통상적인 방출 비율과 함께, 광각 광학 엔진의 이용에 종속함으로써 이러한 박형의 깊이를 달성한다. 전자 기술은 프로젝션 광학계를 상당히 고비용으로 하는 경향이 있는 한편, 후자의 기술은 스크린 영역 아래에 필요한 높이를 실질적으로 증가시키는 경향이 있다. 도2의 박형 리어 프로젝션 디스플레이 장치(200)가 0.15의 범위에서 깊이대 스크린 대각선 비율(R1)을 달성할 수 있음에도 불구하고, 전체 높이대 스크린 높이 비율(R2)은 1.57의 범위에 있을 수 있다. 사실상, 도2의 박형 리어 프로젝션 디스플레이 장치(200)의 깊이는, 리어 프로젝션 디스플레이 비용 및 전체 높이대 스크린 높이 비율(R2)을 실질적으로 증가시키면서 감소된다. 또한, 채택된 다중 광 콘 폴딩은 광 콘 정렬을 매우 복잡하게 하는 경향이 있고, 이는 리어 프로젝션 디스플레이 장치의 제조를 어렵게 하여, 그에 따라 보다 고비용이 소요되도록 한다. 또한, 다중 광 콘 폴딩의 이용과 함께, 신중(exotic) 프레넬 설계의 이용은 디스플레이 장치의 휘도 효율을 더욱 저하시키고, 그에 따라 열등한 밝기 성능을 갖게 된다. 광각 광학 엔진, 복합 프레넬 설계(complex fresnel design)를 갖는 이중 목적 스크린, 및 다중 광 콘 폴딩의 이용은, 도2의 박형 리어 프로젝션 디스플레이 장치(200)가 도1에 도시된 리어 프로젝션 디스플레이 장치(10)보다 실질적으로 고비용이 소요되도록 한다. 또한, 도2의 박형 리어 프로젝션 디스플레이 장치(200)는 도1에 도시된 리어 프로젝션 디스플레이 장치(100)와 동일한 열등한 신뢰성 성능을 겪는다.

<10> 도3은 개선된 신뢰성을 제공하는 종래기술의 프로젝션 디스플레이 장치(300)를 도시한 도면이다(미국특허 제 6,224,216호 참조). 종래기술의 프로젝션 디스플레이 장치(300)는, 프로젝션 장치에서 광원으로서 통상적으로 사용되는 고압 아크 램프 대신에 광원으로서 발광 다이오드(LED) 장치를 사용함으로써, 개선된 신뢰성을 달성한다. 종래기술의 프로젝션 디스플레이 장치(300)는, 전원(320)에 의해 전력 공급되는 레드(R), 그린(G) 및 블루(B) LED 장치 어레이(310), LED 어레이를 냉각시키기 위한 팬(330), 어레이 커버 플레이트(315), LED 어레이에 의해 발생하는 RGB 광을 광 집속기(optical integrator)(350)로 안내하는 광섬유 번들(340), 발생된 광을 마이크로-디스플레이 장치(370)로 지향시키는 광학 경로 렌즈 그룹(360), 마이크로-디스플레이 장치(370)에 의해 발생하는 이미지를 투사하는 프로젝션 광학계 그룹(380), 및 디스플레이 컨트롤러(390)를 포함한다. 디스플레이 컨트롤러(390)는 외부 소스로부터 컬러 이미지 데이터를 수신하여, 이미지 데이터를 순차적인 프레임의 레드, 그린 및 블루 이미지 데이터로 처리하는데, 순차적인 프레임은, 대응 컬러를 방출하는 LED 장치 어레이(310)를 턴-온하기 위해서 전원(320)으로 송신되는 신호와 적절하게 동기하여 마이크로-디스플레이 장치(370)로 전달된다. 종래기술의 프로젝션 디스플레이 장치(300)에 있어서, 디스플레이 장치(100 및 200)와 같은 프로젝션 디스플레이 장치에서 통상적으로 사용되는 고압 아크 램프 및 컬러 휠은, 방출된 컬러가 디스플레이 컨트롤러(390)

에 의해 시퀀싱되는 LED 어레이(310)로 대체된다. 이렇게 하는 주된 동기는 고압 아크 램프 및 컬러 휠과 연관되는 비효율, 열 관리 및 신뢰성 문제점을 벗어나기 위한 것임에도 불구하고, 종래기술의 프로젝션 디스플레이 장치(300)에 있어서, LED 장치들은 비교적 근접하여 배치되고, 그에 따라 특히 접합 온도(junction temperature)가 과도하게 상승하는 때의 LED 장치 성능이 현저하게 저하되는 경우에, 신중한 고려를 필요로 하는 문제점으로서 열 관리가 재출현하도록 한다. 또한, 종래기술의 프로젝션 디스플레이 장치(300)는, LED 어레이(310), 어레이 커버 플레이트(315), 광섬유 번들(340), 광 집속기(350), 및 광학 경로 렌즈 그룹(360)으로 구성되는 복합 시스템을 사용함으로써, 어퍼처(aperture) 및 휘도 출력에 관하여 광원으로서 사실상 고압 아크 램프를 대체하기 위해서 LED 어레이(310)를 사용하려고 하는데, 이는 광원 조립을 매우 성가시게 하며 통합을 복잡하게 하고, 그에 따라 복잡한 고비용의 디스플레이 장치를 야기시킨다. 또한, 종래기술의 프로젝션 디스플레이 장치(300)는, LED 장치가 고정된 컬러-포인트를 유지하는 것이 거의 불가능하다는 사실을 보상하기 위한 소정의 설비를 포함하지 않는데, 이 사실은 레드, 그린 및 블루 LED 장치의 성능이 상이한 비율로 저하되고, 노화 및 온도 변화에 따라 컬러가 바뀌기 때문이다. 또한, 종래기술의 프로젝션 디스플레이 장치(300)는, 고정된 컬러-포인트 프로젝션 출력을 유지하는데 중요한 LED 장치의 컬러 및 밝기 출력을 감지 및 제어하기 위한 소정의 설비도 포함하지 않는다. 전술한 약점으로 인해, 종래기술의 프로젝션 디스플레이 장치(300)에서 사용되는 광원으로서 LED 장치를 사용하는 접근법은 대형 스크린 리어 프로젝션 디스플레이 장치에서의 이용에 실용적이지 않다.

<11> 다음의 상세한 설명에서 명백해지는 바와 같이, 본 발명의 대형 스크린의 로우-프로파일 리어 프로젝션 디스플레이는 마이크로 프로젝터 어레이를 이용하는데, 이들은 각각 함께 타일링(tiling)되는 출력 서브-이미지의 부분을 투사하여 무결절성 합성 이미지(seamless composite image)를 생성한다. 구성 세그먼트들을 타일링함으로써 이미지를 생성하는 디스플레이에 관련되는 다수의 종래기술이 존재한다. 예를 들어, 비용 효율이 높은 대형 스크린 LCD 디스플레이를 구성하기 위해서, 미국특허 제5,563,470호는 소형의 LCD 패널을 타일링함으로써 대형 스크린 LCD 디스플레이를 구축하는 접근법을 기재하고 있다. "A Novel Approach to Tiled Displays"(Lowe 등, Society for Information Display(SID) Digest 2000), "Case Study: Building the Market for a Tiled Display Solution"(Needham, Information Display, 2003년 10월), "Seamless Tiling Technology for Large Direct-View Color AMLCD's"(Krusius 등, Society for Information Display(SID) Digest 2000) 및 "Seamless Tiling of AMLCD's for Large Area Displays"(Krusius 등, Society for Information Display(SID) Digest 2002)은 모두 타일링된 LCD 디스플레이 패널의 결절부(seam)에 걸쳐 비주얼 연속성(visual continuity)을 달성하기 위한 기술을 기재하고 있다. 미국특허 제6,690,337호는, 가시적인 결절부를 갖는 다중 타일링된 데스크톱 디스플레이 패널을 사용하는 비디오 디스플레이 시스템을 기재하고 있는데, 여기서 디스플레이 패널은 비주얼 연속성을 달성하기 위해서 타일링된다. 다중 풀-사이즈(full-size) 리어 프로젝션 디스플레이의 타일링을 이용하는 대형 브뤼 월 디스플레이(large venue wall displays)는, 가시적인 결절부를 가짐에도 불구하고, 예를 들어 삼성 및 미쓰비시사로부터의 적재가능 디스플레이 큐브와 같이, 다수의 공급자로부터 상업적으로 입수가능하다. 미국특허 제6,254,239호는, 합성 무결절성 이미지를 발생시키기 위해서 다중 풀-사이즈 리어 프로젝션 디스플레이 시스템의 타일링을 이용하는 대형 브뤼 월 디스플레이를 위한 장치를 기재하고 있다. 미국특허 제 4,974,073호, 제5,136,390호, 제6,115,022호 및 제6,760,075호는, 다중 타일링된 비디오 프로젝터에 의해 발생되는 이미지의 무결절성 통합을 위한 록업-테이블 기반 에지-블렌딩(edge-blending) 방법을 기재하고 있다. 미국특허 제4,974,073호, 제5,136,390호, 제6,115,022호, 제6,254,239호 및 제6,760,075호가 다중 프로젝터의 무결절성 타일링 방법을 기재하고 있음에도 불구하고, 이들 방법은 사용되는 다중 프로젝터에 걸쳐 색채(chromatic) 및 휘도 균일성을 유지하는 중대한 이슈를 다루지 못한다. 미국특허 제6,568,816호는, 단일 광원 램프에 의해 발생되는 광을 다중 프로젝터 헤드로 분산시키기 위해서 다중 광 빔 스플리터를 갖는 단일 광원 램프를 이용함으로써, 다중 프로젝터에 걸쳐 균일한 색채(chromaticity) 및 휘도를 갖는 이슈를 처리한다. 사실상, 미국특허 제6,568,816호에 기재된 방법은, 스플리터에서의 광 손실로 인해 휘도 효율을 심하게 저하시키면서, 다중 프로젝터에 걸쳐 소정의 정도의 색채 및 휘도 균일성을 달성한다. 일반적으로, 미국특허 제 4,974,073호, 제5,136,390호, 제6,115,022호, 제6,254,239호, 제6,568,816호 및 제6,760,075호에 기재된 장치 및 방법은 대형 브뤼 월 디스플레이에 적합하지만, 결과로서 생기는 구현물은 부피가 크고, 이로써 소비자 희망 크기 및 폼-팩터 대형 스크린 리어 프로젝션 디스플레이 장치를 구축하기에 적합하지 않다.

<12> 세그먼트들을 타일링함으로써 이미지를 생성하는 디스플레이에 관련되는 다수의 종래기술이 존재함에도 불구하고, 구성 서브-이미지 세그먼트들을 타일링함으로써 생성되는 무결절성 합성 이미지를 발생시키는 완전한(integrated) 소비자 희망 크기 & 폼-팩터 대형 스크린(50" 이상의 스크린 대각선) 리어 프로젝션 디스플레이 장치를 기재하는 종래기술은 발견되지 않았다.

<13> 다양한 디스플레이 기술의 찬반양론의 가중치를 두는데 있어서, 소비자는, PDP 및 LCD 디스플레이에 의해 제공되는 로우-프로파일 폼-팩터에 끌리는 경향이 있고, 종종 대체로 이러한 디스플레이의 고비용을 극복하기 위해서 보다 소형의 스크린 크기를 선택한다. 이러한 경향 및 현재 입수가능한 디스플레이의 전술한 약점이 주어지는 경우, 현재의 리어 프로젝션 디스플레이와 유사한 기준 소매 가격(price point)을 갖지만, PDP 및 LCD 디스플레이와 유사한 로우-프로파일 폼-팩터를 갖는 고신뢰성의 대형 스크린 대각선 크기를 제공하는 리어 프로젝션 디스플레이가 현저한 시장 가치를 갖는다는 것은 확실하다.

발명의 상세한 설명

<14> 발명의 요약

<15> 마이크로 프로젝터 어레이를 이용하는 리어 프로젝션 어레이 시스템을 이용하는 로우-프로파일, 대형 스크린 디스플레이는 각각 마이크로-디스플레이 장치, 다수의 광학 컴포넌트, 레드/그린/블루(RGB) 발광 다이오드(LED) 광원, 각 컬러에 대한 광 센서 장치, 및 전력 구동 및 인터페이스 일렉트로닉스 회로를 포함한다. 복수의 마이크로 프로젝터는, 마이크로 프로젝터 어레이의 집합 투사되는 출력 픽셀(서브-이미지)로 이루어지는 균일한 무결절성 이미지를 공동 투사하기 위해서 그리드의 꼭지점을 따르는 어레이로서 배열된다. 어레이 컨트롤러는 어레이의 각 마이크로 프로젝터에 임베디드되는 광 센서에 의해 발생하는 출력 신호를 처리하고, 어레이에 걸쳐 균일한 휘도 및 색채성(컬러-포인트)을 유지하기 위해서 어레이의 각 마이크로 프로젝터에 대해 광 소스 제어 신호 및 픽셀 계조 입력을 발생시킨다. 단일 대형 디스플레이를 형성하기 위한 서브-이미지 경계의 테이퍼링 및 확산(tapering and diffusion)을 포함하여 다양한 특징이 기재되어 있다.

<16> 본 발명은 첨부 도면에서 제한으로서가 아니라 예로서 예시되는데, 여기서 유사한 참조부호는 유사한 구성요소를 언급한다.

실시예

<30> 본 발명의 바람직한 실시예는, 로우-프로파일 폼-팩터 및 고신뢰성을 갖는 비용 효율이 높은 대형 스크린 리어 프로젝션 디스플레이를 위한 시스템, 방법 및 장치를 제공한다. 이러한 목적은, 대형 스크린 디지털 디스플레이를 생성하기 위해서 공간적으로 배열된 마이크로 프로젝터 어레이를 이용하는 새롭고 독창적인 방법, 장치 및 시스템을 이용함으로써 달성된다. 대형 스크린 프로젝션 광 콘을 보다 작은 광 콘으로 공간적으로 분할함으로써, 0.15의 범위의 폼-팩터 비율 R1 및 1.05의 범위의 폼-팩터 비율 R2를 갖는 로우-프로파일 디스플레이가 구축될 수 있다. 소형의 프로젝션 광 콘은, 단일 LED 장치에 의해 발생될 수 있는 휘도의 범위 내에 있는 작은 휘도를 갖는 광원을 필요로 한다. 또한, 마이크로 프로젝터 어레이에 걸친 LED 장치의 광범위한 공간 배치는 효과적인 열 관리에 도움이 된다. 또한, 각 마이크로 프로젝터에 의해 투사될 필요가 있는 보다 소수의 이미지 픽셀은 광학 컴포넌트를 보다 작게 하고, 보다 중요하게는, 마이크로-디스플레이 장치의 다이 크기(die size)도 보다 작게 하고, 그에 따라 어레이에서 사용되는 마이크로 프로젝터의 비용 효율을 높게 한다. 프로젝션 어레이에 걸쳐 밝기 및 컬러 균일성을 유지하고, 온도 및 노화에 따른 LED 장치의 밝기 및 컬러 드리프트를 보상하는데 폐쇄-루프 피드백 시스템이 이용된다. 그 결과로서 생기는 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치는 비용 효율이 높고, 로우-프로파일 폼-팩터를 가지며, 고신뢰성을 나타낸다.

<31> 본 발명의 다양한 양태의 추가적인 목적 및 이점은, 첨부 도면을 참조하여 이루어지는 바람직한 실시예의 다음의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그 점에 있어서, 본 발명의 다음의 상세한 설명에서의 "일 실시예" 또는 "실시예"에 대한 언급은, 이 실시예와 관련하여 기재된 특정 특징, 구조 또는 특성이 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함된다는 것을 의미한다. 이 상세한 설명의 다양한 위치에서의 "일 실시예에 있어서"라는 구문의 출현은 반드시 모두 동일한 실시예를 언급하는 것은 아니다.

<32> 본 명세서에 로우-프로파일 리어 프로젝션 디스플레이 시스템이 기재된다. 다음의 기재에 있어서, 설명을 위하여, 다수의 특정 상세가 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 전술되었다. 그러나, 본 발명이 상이한 특정 상세로 실용화될 수 있다는 것은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백해질 것이다. 다른 경우에, 본 발명을 애매하게 하는 것을 회피하기 위해서 블록도 형태로 구조 및 장치가 도시된다.

<33> "리어 프로젝션 어레이 디스플레이"로 언급되는 본 명세서에 기재된 로우-프로파일 리어 프로젝션 디스플레이 장치는 복수의 마이크로 프로젝터를 포함한다. 리어 프로젝션 어레이 디스플레이를 구성하는 복수의 마이크로 프로젝터는, 마이크로 프로젝터 어레이에 의해 발생하는 집합(collective) 투사되는 서브-이미지로 이루어지는 균일한 무결절성 이미지를 공동 투사하기 위해서 그리드의 꼭지점(vertices)을 따르는 어레이로서 배열된다. 어

레이 컨트롤러는, 투사된 이미지에 걸쳐 밝기 및 컬러 균일성을 유지하기 위해서 제어 신호 및 투사될 이미지의 부분을 각 마이크로 프로젝터로 제공한다.

<34> 도4는 본 발명의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 단면도이다. 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)는, 디스플레이 새시(403)의 내부 이면에 장착되는 백 플레이트(402)에 장착된 복수의 마이크로 프로젝터(401), 각 마이크로 프로젝터(401)의 이면에 장착되며 디스플레이 새시(403)의 후부에서 개구부를 통해 외부로 돌출되는 복수의 냉각 핀(404), 디스플레이 새시(403)의 전면 개구부 내에 조립되는 분리기(separator)(405), 디스플레이 새시(403)의 전면 개구부에 조립되는 베젤(bezel)(407)의 어퍼처 가장자리의 이면에 장착된 프로젝션 스크린(406), 및 백 플레이트(402)에 장착되는 일렉트로닉스-박스(409) 내에 하우징된 어레이 컨트롤러 보드(408)를 포함한다.

<35> 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 도4의 단면도에 있어서, 분리기(405)는, 마이크로 프로젝터(401)의 프로젝션 광 콘의 폐쇄(confinement) 및 광 누설의 방지에 이용되고, 디스플레이 새시(403)의 엔벨로프(envelope) 내부 및 프로젝션 광 콘들 사이의 백 플레이트(402)에 장착되는 일렉트로닉스-박스(409)는, 디스플레이 전원(410)뿐만 아니라 어레이 컨트롤러 보드(408)의 하우징에 이용되고, 또한 전자파 방해(Electromagnetic Interference: EMI) 차폐로서 기능한다. 또한, 일렉트로닉스-박스(409)는, 비디오 및 오디오 보드와 같이, 다른 일렉트로닉스 보드(411)의 하우징에도 이용될 수 있는데, 이는 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)가 로우-프로파일 리어 프로젝션 텔레비전(RPTV)이 되도록 하기 위해서 부가될 것이다.

<36> 도4에 도시된 본 발명의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치의 실시예는, 12 마이크로 프로젝터 어레이를 이용함으로써 달성되는 고화질(16:9 가로세로비(aspect ratio)) 대형 스크린 프로젝션을 나타낸다. 일례로서, 도4의 리어 프로젝션 어레이 장치의 스크린 대각선이 50"인 경우, 마이크로 프로젝터(401) 어레이의 각각에 의해 투사되는 이미지 세그먼트는 13.6"의 대각선을 가질 것이다. 이 예에서, 0.4의 방출 비율을 갖는 마이크로 프로젝터(401)는 5.45"의 방출 거리에서 요구되는 이미지 세그먼트 대각선을 발생시킬 것인데, 이는 본 발명의 50"의 스크린 대각선을 갖는 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)가, 마이크로 프로젝터(401)의 후방에 여분의 1"의 깊이를 할당한 다음에 6.5" 미만의 전체 깊이를 갖도록 한다. 이 예에서, 도4에 도시된 본 발명의 50"의 스크린 대각선을 갖는 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)는 6.5"의 깊이 및 26"의 전체 높이를 갖는데, 이는 폼-팩터 비율이 R1=0.13 및 R2=1.06인 것과 동등하다. 이 예의 동일한 마이크로 프로젝터 사양의 이용에 있어서, 60"의 스크린 대각선을 갖는 도4에 도시된 본 발명의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)는 7.5"의 깊이 및 31"의 전체 높이를 갖는데, 이는 폼-팩터 비율이 R1=0.125 및 R2=1.06인 것과 동등하다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 전술한 예에서 이용되는 0.4보다 낮은 방출 비율을 갖는 마이크로 프로젝터(401)의 이용 결과, 보다 낮은 R1 비율의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치를 야기시킨다는 것을 인식할 것이다.

<37> 도4에 도시된 본 발명의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 실시예는, 12 마이크로 프로젝터 어레이를 이용함으로써 달성되는 고화질(16:9 가로세로비) 대형 스크린 프로젝션을 나타낸다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 도4에 도시된 것과 상이한 수의 마이크로 프로젝터(401)를 사용하는 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 다수의 구성이 가능하다는 것을 인식할 것이다. 일례로서, 도4의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 해상도(resolution)가 1280×720 픽셀(720p HD 해상도)인 경우에는, 마이크로 프로젝터(401) 어레이의 각각에 의해 투사되는 이미지 세그먼트는 320×240 픽셀을 가질 것이다. 도4의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 해상도가 1920×1080 픽셀(1080p HD 해상도)인 경우에는, 마이크로 프로젝터(401) 어레이의 각각에 의해 투사되는 이미지 세그먼트는 480×360 픽셀을 가질 것이다. 이들 예에서, 각 마이크로 프로젝터(401)에 의해 투사될 이미지 세그먼트를 발생시키는데 이용되는 마이크로-디스플레이 장치(416)의 다이 크기는, 유사한 해상도를 갖는 리어 프로젝션 디스플레이 장치의 다이 크기의 1/12일 것이다. 반도체 장치의 제조 수율(manufacturing yield)이 통상적으로 다이 크기와 반비례하기 때문에, 마이크로-디스플레이 다이 크기에서의 이러한 1/12 감소는 적어도 12의 인수만큼의 마이크로-디스플레이 장치 제조 수율에서의 향상을 야기시킬 것이고, 그에 따라 이는 크기에 있어서 훨씬 큰 인수만큼의 비용 감소를 야기시킬 것이다.

<38> 도4에 도시된 본 발명의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치의 실시예는 12 마이크로 프로젝터(401) 어레이를 이용함으로써 달성되는 고화질(16:9 가로세로비) 대형 스크린 프로젝션을 나타낸다. 일례로서, 도4의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 스크린 대각선이 50"인 경우, 150 와트 고압 아크 램프를 이용하여 조명되는 동일한 스크린 대각선을 갖는 종래의 리어 프로젝션 디스플레이 장치(100)와 유사한 밝기 성능을 갖도록 하는 요구되는 프로젝션 출력 광속(luminous flux)은 450 루멘의 범위에 있을 것이다. 도4에 도시된 리어 프로

젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 12 이미지 세그먼트(서브-이미지) 사이에 요구되는 450 루멘의 분할시, 어레이에서 사용되는 각 마이크로 프로젝터(401)의 출력 휘도 속(luminance flux)은 37.5 루멘의 범위에 있는데, 이는 83 루멘의 범위의 휘도속 출력을 갖는 LED 장치를 이용하여, 또한 0.4의 광학 효율(optical efficiency)을 갖는 마이크로 프로젝터(401)로 달성된다. 현재 상업적으로 입수가 가능한 고속(high-flux) LED 장치(412)는 3 와트 미만의 전력 소모(power dissipation)에서 이러한 레벨의 휘도 출력을 발생시킬 수 있는데, 이는 조명 장치에 대해 귀속되는 이 예의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 전력 소모가 전체 36 와트 미만이 되도록 한다. 조명기(illuminator)(광원)의 전력 소모에서의 4의 인수 이상만큼의 이러한 감소는, 특히, 도4에 도시된 바와 같이, 백 플레이트(402)에 걸쳐 공간적으로 분산되는 배치 및 마이크로 프로젝터(401) 내의 LED 장치의 배치를 고려하는 경우(도1 및 도2), 실질적으로 열 관리를 보다 용이하게 하고, 신뢰성을 현저하게 향상시키고, 고압 아크 램프와 비교하여 볼 때 LED 장치의 신뢰성을 매우 높게 한다.

<39> LED 장치 기술의 신속한 발달에 따라, 50-80 루멘/와트를 초과하는 휘도속 효율을 제공하는 LED 장치가 이미 상업적으로 입수가 가능하기 시작하고 있다. 3 와트 구동 레벨에서의 전술한 예의 이러한 고속 LED 장치의 이용시, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)는 시야각에 관계없이 800-1200 루멘 출력의 범위에서의 휘도를 갖는 이미지를 발생시킬 것이다. 종래기술의 리어 프로젝션 디스플레이 장치(100 및 200)(도1 및 도2)에 대하여, 이러한 휘도 출력 성능은 250 와트 이상의 광원 램프(113)를 필요로 하는데, 이는 열등한 휘도 효율, 그 결과로서 생기는 열 관리 및 신뢰성 문제점을 고려하여 실행가능하지 않다. 또한, 50-80 루멘/와트 LED 장치를 이용하여 달성될 수 있는 휘도 출력의 레벨로 인해, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)는 프레넬 스크린 컴포넌트의 이용을 필요로 하지 않는데, 이는 비용의 감소에 추가적으로 기여한다.

<40> 종래의 리어 프로젝션 디스플레이 장치(100 및 200)와 비교하여 볼 때, 스크린 대각선 50" 이상에 대하여, 도4의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)는 PDP 및 LCD 디스플레이 장치와 유사한 폼-팩터 비율을 갖는다. 또한, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)는, 리어 프로젝션 디스플레이 장치(100 및 200)에 비해 크게 개선된 신뢰성을 달성하고, PDP 및 LCD 장치에 비해서도 더욱 더 개선된 신뢰성을 달성하는데, 이는 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)가 PDP 및 LCD 디스플레이 장치가 가졌던 픽셀 번아웃(pixel burnout) 문제점을 겪지 않기 때문이다. 또한, 50" 이상의 스크린 대각선 크기에 대하여, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 비용은 대략 리어 프로젝션 디스플레이 장치(100)의 비용의 정도이지만, 동일한 스크린 크기를 갖는 PDP 및 LCD 디스플레이 장치의 비용보다 현저히 낮다. 또한, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)는, 리어 프로젝션 디스플레이 장치(100 및 200)의 경우에서와 같이 대형의 폴딩 미러를 사용하지 않기 때문에, 보다 튼튼할(rugged) 것이다. 최종적으로, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 해상도는, 구성 마이크로 프로젝터(401) 내에 사용되는 마이크로-디스플레이 장치에 대해 현저한 제조 수율 저하를 생성하지 않고 증가될 수 있고, 그에 따라 현저한 비용 증가 없이 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 해상도를 증가시킬 수 있게 된다.

<41> 이하, 본 발명의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 기본 아키텍처의 구성 엘리먼트에 대해 상세히 설명한다. 도5a 및 도5b는 각각 본 발명의 마이크로 프로젝터 장치(401)의 단면도 및 블록도인데, 여기서 유사한 참조부호는 유사한 엘리먼트를 언급한다. 마이크로 프로젝터(401)는, 인터페이스 드라이버(413) 및 전력 드라이버(414)를 통해 연결되며, 어레이 컨트롤러(408)에 의해 발생하는 입력 광 제어 신호에 의해 순차적으로 제어되는 레드(R), 그린(G) 및 블루(B) 광을 발생시키는 LED 장치(412); LED 장치(412)에 의해 발생하는 광을 마이크로-디스플레이 장치 조명 광학계(417)를 향하여 집합적으로 지향시키는 광 경로 광학계(416) 및 광 집속기(415)를 포함하는 광 시준 광학계(light collimation optics)(428); 광 집속기(415)에 연결되는 광 센서(418); 인터페이스 드라이버(413)를 통해 연결되며, 어레이 컨트롤러(408)에 의해 발생하는 픽셀 제조 신호를 이용하여 광을 변조시키는 마이크로-디스플레이 장치(419); 및 마이크로-디스플레이 장치(419)에 의해 반사되는 광을 프로젝션 광학계(421)를 향하여 지향시키는 릴레이 광학계 세트(420)를 포함한다.

<42> 광 시준 광학계(428), 즉 광 집속기(415) 및 광 경로 광학계(416), 마이크로-디스플레이 장치 조명 광학계(417), 릴레이 광학계(420), 및 프로젝션 광학계(421)를 포함하는 광학 컴포넌트는 마이크로 프로젝터 엔클로저(enclosure)(422) 내에 함께 유지된다. 약 38×78mm의 베이스 및 약 57mm의 높이의 치수를 나타내는 마이크로 프로젝터 엔클로저(422)는 알루미늄/마그네슘 합금 다이-캐스트(die-cast) 또는 고정밀 사출 성형 폴리탄산에스테르 플라스틱(high-precision injection molded polycarbonate plastic)을 이용하여 통상적으로 제조된다. LED 장치(412), 마이크로-디스플레이 장치(419), 인터페이스 드라이버(413) 및 전력 드라이버(414)는 인쇄 회로 기판(423) 상에 조립된다. 단일 하위부품(subassembly)으로서 함께 조립된 광학 컴포넌트(415, 416, 417, 420 및 421)를 갖는 마이크로 프로젝터 엔클로저(422)는, 각각 LED 장치(412)의 발광면 및 마이크로-디스플레이 장

치(419)의 반사면 영역과 일직선으로 정렬하여 인쇄 회로 기판(423) 상에 장착된다. 약 51×108mm의 치수를 나타내는 인쇄 회로 기판(423)은 전술한 전체 마이크로 프로젝터(401) 조립체를 백 플레이트(402)로 장착하기 위한 다수의 스크류 홀을 갖는다.

- <43> 통상적으로, LED 장치(412)는, LED 다이에 의해 발생하는 열을, 인쇄 회로 기판(423)의 이면에 장착되는 냉각 핀(424)으로 전달하는 열 소산 슬러그(heat dissipation slug)를 하부측에 포함하는 단일 컴포넌트 패키지 내에 조립된 R(625nm 파장), G(525nm 파장) 및 B(464nm 파장) 난반사 방출기(Lambertian emitter) 박막 LED 다이를 포함한다. LED 장치(412)의 휘도 효율은 통상적으로 각 컬러에 대해 적어도 35 루멘/와트이고, 발광면은 통상적으로 OSRAM으로부터의 OSTAR LED 장치와 같이 3×3mm 미만의 치수를 나타낸다.
- <44> 광 집속기(415)는 LED 장치(412) 발광면 영역과 적어도 동일한 치수를 갖는 입력단 단면적을 갖는다. 통상적으로, 광 집속기(415)는, 광을 전달하고, 출력단에서 균일한 조명 필드(illumination field)를 형성하기 위해서, 전반사(total internal reflection)에 종속하는 고체 유리 로드(solid glass rod)로 구성되는 연장된 터널형이다. 바람직하게는, 광 집속기(415)는, 내부 반사(internal reflection)를 포함하는 역할을 하는 클래딩(cladding) 또는 반사 미러 측벽을 포함한다. 광 집속기(415)의 입력단은 LED 장치(412)의 발광면 영역에 광학적으로 연결된다. 광 센서(418)는, 광학 접착제(optical adhesive)를 이용하여 광 집속기(415)의 측벽에 직접 접촉되고, 인쇄 회로 기판(423)에 전기적으로 연결된다. 통상적으로 3×3mm 미만의 치수를 나타내는 광 결합 표면적(light coupling surface area)을 갖는 광 센서(418)는 상부에 R, G 및 B 필터가 코팅된 다수의 포토다이오드를 포함한다. 광 센서(418)는 애질린트사에 의해 제조된 HDJD-S831일 수 있다.
- <45> 광 집속기(415)의 출력단은 광 경로 광학계(416)에 연결되는데, 이는 렌즈 그룹(425), 및 마이크로-디스플레이 장치 조명 광학계(417)를 향하여 광을 지향시키는 광-전환(light-redirecting) 미러(426)를 포함한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 광 경로 광학계(416)의 상세 설계 양태를 인식할 것이다.
- <46> 마이크로-디스플레이 장치(419)는 DMD 장치 또는 LCOS 장치 중 어느 하나일 수 있다. 어느 하나의 경우에, 마이크로-디스플레이 장치(419) 반사 어퍼처 표면적은 3×4mm(5mm의 대각선) 미만의 치수를 나타낼 것이고, 복수의 픽셀을 포함하는데, 여기서 각 픽셀 계조는 어레이 컨트롤러(408)에 의해 발생하는 입력 신호에 기초하여 온 상태와 오프 상태 사이에서 일시 변조될 수 있다. 현재, 예를 들어 텍사스 인스트루먼트사의 HD-2, HD-3 및 HD-4 마이크로-미러 장치와 같이, 3×4mm의 표면적에 100,000 픽셀을 초과하는 픽셀 밀도를 갖는 마이크로-디스플레이 장치를 제조하는 것이 가능하다. 마이크로-디스플레이 장치(419)의 픽셀의 계조 변조는, 인쇄 회로 기판(423)을 통해 냉각 핀(424)에 열적으로 연결되는 광-흡수면(427)을 향하여, 또는 프로젝션 광학계(421)를 향하여 조명 광학계(417)로부터 픽셀에 입사하는 광을 지향시킴으로써 달성된다. 마이크로-디스플레이 장치(419)의 복수의 반사 픽셀은, 인쇄 회로 기판(423)의 이면에 장착되는 냉각 핀(424)으로 복수의 픽셀에 의해 발생하는 열을 전달하는 열 소산 슬러그를 하부측에 포함하는 단일 컴포넌트 패키지 내에 조립된다.
- <47> 마이크로-디스플레이 장치 조명 광학계(417)는, LED 장치에 의해 발생되며 광 시준 광학계(428)에 의해 라우팅되는 광을 마이크로-디스플레이 장치(419)를 향하여 지향시킨다. 릴레이 광학계(420)는 마이크로-디스플레이 장치에 의해 반사되는 광을 프로젝션 광학계(421)를 향하여 지향시킨다. 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 깊이는 주로 프로젝션 광학계(421)의 방출 비율 특성에 의해 결정된다. 0.4의 방출 비율을 갖는 보통의 복잡도(moderate complexity)의 프로젝션 광학계(421)를 갖는 12 마이크로 프로젝터(401) 어레이는, 6.5" 미만의 깊이를 갖는 50"의 스크린 대각선의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400) 및 7.5" 미만의 깊이를 갖는 60"의 스크린 대각선의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)를 야기시킬 것이다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 조명 광학계(417), 마이크로-디스플레이 장치(419)와 릴레이 광학계(420) 사이의 광 결합(optical coupling)의 상세 설계 양태, 및 마이크로-디스플레이 장치 조명 광학계(417), 릴레이 광학계(420) 및 프로젝션 광학계(421)의 상세 설계 양태를 알 것이다.
- <48> 도6a는 마이크로 프로젝터(401) 어레이와 어레이 컨트롤러(408) 사이의 결합을 도시한 도면이다. 도5b를 참조하면, 어레이에서의 각 마이크로 프로젝터(401)의 제어 신호, 센서 피드백 신호, 동기(SYNC) 신호, 컬러 제어 신호 및 픽셀 계조 제어 신호는 도6a에 도시된 바와 같이 어레이 컨트롤러 보드(408)로 라우팅된다. 도6b는 각 신호가 인터페이스하는 기능적 엘리먼트를 나타내는 어레이 컨트롤러(408)의 기능적 블록도이다. 도6b에 도시된 바와 같이, 마이크로 프로젝터 어레이 컨트롤러(408)는 이미지 처리 기능부(430), 제어 & 동기 기능부(431), 어레이 균일성 제어 기능부(432), 및 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)에서 이용되는 복수의 마이크로 프로젝터(401)에 각각 대응하는 복수의 서브-이미지 처리 기능부(433)를 포함한다.
- <49> 도6b에 도시된 바와 같이, 이미지 처리 기능부(430)는 컬러 공간 변환 블록(434), 감마 보정 블록(435), 이미지

스케일링(image scaling) 블록(429) 및 이미지 역다중화(image demux) 블록(436)을 포함한다. 컬러 공간 변환 블록(434)은, 디지털 비디오 입력이 휘도 및 컬러차 인코딩되어 제공되는 경우에(예를 들어, Y, C_R, C_B), 디지털 비디오 입력을 RGB 포맷으로 변환한다. 감마 보정 블록(435)은, 브라운관(Cathode Ray Tubes: CRT)의 고유한 비선형성을 보상하기 위해서 디지털 비디오 입력에 부가되는 비선형 컬러 응답을 제거하는데, CRT와 달리, 마이크로-디스플레이 장치(419)는 선형이다. 이미지 스케일링 블록(429)은 이미지 가로세로비를 유지하고, 입력 비디오 데이터를 재-크기조정(resizing)하여, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 해상도를 적합화한다.

<50> 각 마이크로 프로젝터(401) 내의 마이크로-디스플레이 장치(419)의 반사 어퍼처 내의 픽셀의 총수는 서브-이미지 픽셀의 수와 적어도 5% 마진의 합과 같다. 이는, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400) 내의 각 마이크로 프로젝터(401)가 서브-이미지 가장자리의 둘레에 부가적인 픽셀의 적어도 5%의 마진과 지정된 서브-이미지의 합을 투사할 수 있는 것을 허용한다. 각 마이크로 프로젝터(401)에 의해 투사될 수 있는 픽셀의 총수 중에서, 지정된 서브-이미지를 투사하는데 이용되는 픽셀의 총수는 "액티브 픽셀(Active Pixels)"로 언급된다. 이미지 역다중화 블록(436)은, 제어 & 동기 기능부(431)로부터 수신하는 액티브 픽셀 좌표 입력에 기초하여, 투사될 입력 이미지를 구성하는 픽셀의 RGB 계조 데이터를, 각 마이크로 프로젝터(401)에 의해 투사될 서브-이미지에 대응하는 픽셀의 RGB 계조 데이터로 역다중화하고, 서브-이미지 처리 기능부(433)의 각각에 대하여 서브-이미지 픽셀의 RGB 계조 데이터 입력을 발생시킨다.

<51> 도6b에 도시된 바와 같이, 제어 & 동기 기능부(431)는 제어 블록(437), 동기 블록(438), 교정 블록(439) 및 메모리 블록(440)을 포함한다. 제어 블록(437)은, 예를 들어 파워-업 모드, 파워-다운 모드, 공장 시험 & 교정 모드, 및 실행 모드와 같이, 마이크로 프로젝터(401)의 동작 모드를 제어하는데 이용되는 각 마이크로 프로젝터(401)에 대한 제어 신호를 발생시킨다. 동기 블록(438)은 광 제어 신호 및 픽셀 계조와 연관되는 동기 신호를 발생시킨다. 동기 블록에 의해 발생하는 동기 신호의 상세 구조는 보다 상세하게 후술된다.

<52> 교정 블록(439)은, 제어 블록(437)의 제어 하에서, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)가 조립된 이후에 공장에서 수행되는 시험 및 교정 중에 실행된다. 도7에 도시된 교정 블록(439)의 흐름은, 서브-이미지 코너를 마킹하고, 그 컬러-포인트를 측정하기 위한 서브-이미지 마킹 & 측정 절차(441); 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400) 스크린 어퍼처 내에 각 마이크로 프로젝터(401)에 의해 투사되는 서브-이미지의 좌표를 결정하는 서브-이미지 정렬 절차(442); 및 투사된 서브-이미지 측정 칼라 포인트에 대하여 각 마이크로 프로젝터(401) 내에 통합되는 광 센서(418)를 교정하는 컬러-포인트 교정 절차(443)를 포함한다.

<53> 도7에 도시된 바와 같이, 마킹 & 측정 절차(441)는 다음의 단계를 포함한다. (1) 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 프로젝션 스크린 어퍼처의 코너에 위치하는 각 마이크로 프로젝터(401)에 대하여, 공장 시험 오퍼레이터에 의해 위치결정된 커서(curser)를 이용하여 프로젝션 스크린 어퍼처의 코너를 마킹하고, 제어 블록(437)에 의해 메모리 블록(440)으로 그 좌표를 로딩한다. (2) 각 마이크로 프로젝터(401)에 대하여, 공장 시험 오퍼레이터에 의해 위치결정된 커서를 이용하여 마이크로 프로젝터(401)가 마킹됨으로써 투사되는 서브-이미지의 코너의 위치, 및 그 좌표는 제어 블록(437)에 의해 메모리 블록(440)으로 로딩된다. (3) 각 마이크로 프로젝터(401)에 대하여, 각 마이크로 프로젝터(401)의 컬러 포인트 및 잔여 광 누설(residual light leakage)이 색 체계(colorimeter)를 이용하여 측정되고, 그 값은 공장 시험 오퍼레이터에 의해 메모리 블록(440)으로 입력된다. 잔여 광 누설은, 모든 픽셀이 오프 상태에 있는 경우의 각 마이크로 프로젝터(401)의 측정된 휘도 출력이다.

<54> 서브-이미지 정렬 절차(442)의 목적은, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 구성 하위부품, 조립 공차 및 제조에 의해 야기되는 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400) 프로젝션 스크린 어퍼처에 관하여 마이크로 프로젝터(401)에 의해 투사되는 서브-이미지의 오정렬을 결정하기 위한 것이다. 기준 프레임으로서 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400) 스크린 어퍼처의 마킹된 코너를 이용하여, 서브-이미지 정렬 절차(442)는, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)에 관하여, 각 마이크로 프로젝터(401)에 의해 발생하는 서브-이미지의 각각의 수직 오버랩 영역의 각 로우에서의 픽셀의 수 및 수평 오버랩 영역에서의 각 칼럼의 픽셀의 수의 좌표 및 정렬을 결정한다. 서브-이미지 정렬 절차(442)의 결과는, 경계(에지)를 따르는 인접한 서브-이미지를 갖는 오버랩 영역을 포함하는 각 마이크로 프로젝터(401) "액티브 픽셀"의 좌표 및 정렬이다. 도8a에 도시된 바와 같이, 액티브 픽셀은 오버랩 영역을 포함하는 각 마이크로 프로젝터(401)에 의해 투사되는 픽셀이다. 오버랩 영역에 위치한 서브-이미지의 픽셀은 "경계 픽셀(Boundary Pixels)"로 언급된다. 그 결과로서 생기는 각 마이크로 프로젝터(401) 서브-이미지의 경계 픽셀의 로우 및 칼럼 계수(count), 정렬 및 좌표는, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 실행 모드 중에 이용되기 위해서 메모리 블록(440)으로 로딩된다. 도8a가 이상

적인 상황(서브-이미지의 완전한 정렬(perfect alignment))을 나타낸다는 것에 주목하라. 경계 픽셀은, 필요에 따라 서브-이미지의 상대적인 시프팅(relative shifting) 및 회전을 위해 픽셀 공간을 제공함으로써 오정렬을 허용한다. 바람직한 실시예에 있어서, 경계 픽셀의 외부 에지는 마이크로 프로젝터의 한도(limits)에 의해 정의되는데, 여기서 분리기(405)(도4 참조)의 등가적인 풋프린트는 마이크로 프로젝터에 의해 투사되는 각 서브-이미지보다 실질적으로 크다.

<55> 컬러-포인트 교정 절차(443)는, 각 마이크로 프로젝터(401)의 측정된 컬러-포인트와 임베디드된 광 센서(418) 사이의 바이어스를 결정한다. 또한, 컬러-포인트 교정 절차(443)는, 각 마이크로 프로젝터(401)에 대한 최소 계조 레벨을, 적어도 측정된 잔여 광 누설의 4배와 같은 값으로 설정한다. 원하는 컬러-포인트와 함께 각 마이크로 프로젝터(401)의 최소 계조 레벨 및 교정된 컬러 포인트 바이어스는, 교정된 컬러-포인트를 발생시키는데 이용되고, 이는 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 실행 모드 중에 이용되기 위해서 메모리 블록(440)으로 로딩된다.

<56> 도7을 참조하면, 어레이 균일성 제어 기능부(432)에 의해 수행되는 처리의 목적은, 마이크로 프로젝터(401)에 의해 투사되는 서브-이미지의 밝기(휘도) 및 컬러(색채성)의 균일성을 유지하기 위한 것이다. 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)의 실행 모드 중에 실행되는 어레이 균일성 제어 기능부(432)는, 각 마이크로 프로젝터(401)의 광 센서(418)로부터의 피드백 신호를 처리하고, 이를 메모리 블록(440)에 저장된 대응하는 교정된 컬러-포인트와 비교하여, 미세 컬러 보정값 및 대략 컬러 보정값을 발생시키는데, 이들은 서브-이미지 처리 기능부(433)로 제공된다. 각 마이크로 프로젝터(401)의 광 센서(418)의 출력은 순차적으로 컬러 제어 슬롯과 동기하여 샘플링된다. 각 마이크로 프로젝터(401)에 대하여, 광 센서(418)에 의해 측정되는 R, G 및 B 밝기는 아날로그/디지털 변환기(A/D)(451)를 이용하여 각 컬러에 대해 8-비트 값으로 변환되는데, 이들 측정된 RGB 밝기는 "측정된 컬러-포인트"로 언급된다. 각 마이크로 프로젝터(401)에 대하여, 어레이 컬러 & 밝기 균일성 블록(452)은, 어레이 컬러 & 밝기 균일성 블록(452)에 의해 유지되는 바와 같이 제어 & 동기 기능부(431)에 의해 제공되는 교정된 컬러-포인트와 측정된 컬러-포인트 사이의 편차(deviation)를 계산하고, 그런 다음 계산된 컬러-포인트 편차는 저역 통과 루프 필터를 이용하여 처리된 다음, 미세 컬러 제어 범위의 설정값과 비교된다. 컬러-포인트 편차가 미세 컬러 제어 범위의 설정값 내에 있는 경우에는, 컬러-포인트 편차는 미세 컬러 보정 블록(446)으로 출력된다. 마이크로 프로젝터(401) 측정된 컬러-포인트 편차가 미세 컬러 제어 범위의 설정값 외부에 있지만 대략 컬러 제어 범위의 설정값 내에 있는 경우에는, 그 값은 대략 컬러 제어 범위와 비교되어, 컬러-포인트 편차는 대략 컬러 보정 블록(447)으로 출력된다. 마이크로 프로젝터(401) 측정된 컬러-포인트 편차가 대략 컬러 제어 범위의 설정값 외부에 있는 경우에는, 측정된 컬러-포인트 편차가 대략 컬러 제어 범위 내에 있도록 교정된 컬러-포인트의 값이 조정된다. 그런 다음, 교정된 컬러-포인트의 조정된 값이 제어 & 동기 기능부(431)로 제공되고, 그 이후에 마이크로 프로젝터(401)의 전체 세트의 컬러 밝기를 설정하는데 이용된다. 대략 및 미세 컬러 제어 범위의 값은, LED 장치(412)에 대한 밝기 제어 동작 범위(dynamic range) 내에 있도록 공장 교정 중에 설정된다.

<57> 도7에 도시된 바와 같이, 서브-이미지 처리 기능부(433) 중 하나는 각 마이크로 프로젝터(401)와 연관되고, 이들 각각은 서브-이미지 스케일링 블록(444), 서브-이미지 경계 확산 블록(445), 미세 컬러 보정 블록(446), 대략 컬러 보정 블록(447), 계조 PWM 변환 블록(448) 및 광 PWM 변환 블록(449)을 포함한다(도6b). 제어 & 동기 기능부(431)로부터 입력되는 액티브 픽셀 정렬에 기초하여, 서브-이미지 스케일링 블록(444)은, 서브-이미지 액티브 픽셀을 적합화하기 위해서 이미지 처리 기능부(430)로부터 수신된 서브-이미지 픽셀 계조 데이터를 할당함으로써 서브-이미지 정렬을 유지한다. 서브-이미지 스케일링 블록(444)은, 서브-이미지 정렬 절차(442)에 의해 측정되는 잔여 틸트 및 회전 오정렬(residual tilt and rotational misalignment)을 보상하기 위해서 기하학적으로 서브-이미지 상(aspects)을 보정하고, 서브-이미지 정렬 절차(442)에 의해 측정되는 서브-이미지 액티브 픽셀 좌표에 기초하여 적절한 마이크로 프로젝터(401) 픽셀 어드레스에 대해 이미지 처리 기능부(430)로부터 수신된 서브-이미지 픽셀 계조 데이터를 할당한다.

<58> 서브-이미지 경계 확산 블록(445)의 목적은, 각각의 서브-이미지 경계 오버랩 가장자리를 따르는 인접한 마이크로 프로젝터(401)에 의해 투사되는 픽셀 계조의 테이퍼링 및 확산을 위한 것이다. 이는, 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400) 프로젝션 스크린 어퍼처에 관하여 가능한 오정렬로 인해 마이크로 프로젝터(401) 어레이에 의해 투사되는 이미지에 나타날 수도 있는 소정의 아티팩트(artifacts)를 분산시키는 역할을 한다. 도9에 도시된 서브-이미지 경계 확산 블록(445)의 흐름은, 도8b에 도시된 결과를 갖는 테이퍼링 & 확산 알고리즘(450)을 포함한다. 도9를 참조하면, 서브-이미지 경계 픽셀의 계조값은 다음과 같이 테이퍼링 & 확산 알고리즘(450)을 이용하여 처리된다.

<59> 보정된 경계 픽셀 계조:

<60>
$$G_n'(m) = A_n G_n(m) + R(m)$$

<61> 여기서, m은 투사된 서브-이미지 내의 픽셀 어드레스를 나타내고, N은 서브-이미지의 오버랩의 수직 경계 영역의 각각의 로우 내의 픽셀의 수 또는 수평 경계 영역의 각각의 칼럼 내의 픽셀의 수를 나타내고, n(여기서, n=1, 2, 3, ..., N)은 픽셀 경계 인덱스를 나타내는데, 이는 인덱스 n=1을 갖는 오버랩 경계 영역의 내부 에지에서 픽셀 및 인덱스 n=N을 갖는 오버랩 경계 영역의 외부 에지에서 픽셀을 갖는 서브-이미지의 수평 경계 영역의 칼럼 내의 각 픽셀의 인덱스 또는 수직 경계 영역의 로우 내의 각 픽셀의 인덱스이다. $G_n(m)$, 및 $G_n'(m)$ 은 각각 오리지널 픽셀 계조값, 및 테이퍼링 및 확산된 값을 나타내고, A_n 은 테이퍼링 계수(tapering coefficients)를 나타내고, $R(m)$ 은 후술되는 픽셀 계조값에 적용된 확산 인자(diffusion factor)를 나타낸다. 통상적으로, 테이퍼링 계수는,

<62>
$$A_n = \{1 - n/(N+1)\} + \alpha \sin \{2\pi(1 - n/(N+1))\}$$

<63> 와 같이, (오버랩 경계 영역의 어느 한 쪽 방향으로의 테이퍼링 감쇠가 1이라는 것을 의미하는) 에지-상보 테이퍼링을 허용하는 값, 또는

<64>
$$A_n = 0.5 \{1 + \cos(\pi n/(N+1))\}$$

<65> 와 같이, 소정의 대안적인 에지-상보 테이퍼링 계수이고, 여기서, n=1, 2, 3, ..., N이고, $|\alpha| \leq 1/2\pi$ 이다.

<66> 픽셀 계조 $G_n(m)$ 은 통상적으로 8-비트 값으로서 테이퍼링 & 확산 알고리즘(450)으로 제공되는 한편, $G_n'(m)$ 은 통상적으로 16-비트 값으로서 처리된다. $G_n'(m)$ 의 최하위 8-비트는 "오버플로우(overflow)"로 언급된다. 테이퍼링 & 확산 알고리즘(450)에 있어서, 결과로서 생기는 $G_n'(m)$ 값은 최상위 8-비트로 절단되어(truncated) 8-비트 값으로서 출력되는 한편, 최하위 8-비트 오버플로우는 축적된다. 축적된 오버플로우는 최고값(full value)에 도달하는 경우(롤오버(roll-over)되는 경우), 테이퍼링 & 확산 알고리즘(450)은, 최하위 비트가 값 1로 설정된 8-비트 확산 인자 $R(m')$ 를 출력하는데, 여기서 어드레스 m' 은 처리되는 픽셀에 인접하는 픽셀의 어드레스 세트로부터 랜덤하게 선택된다. 다시 말하면, 서브-이미지 경계 영역에서 경계 인덱스 n 및 어드레스 m을 갖는 각 픽셀에 대하여, 테이퍼링 & 확산 알고리즘(450)은 한 쌍의 입력 $G_n(m)$ 및 $R(m)$ 을 처리하여, 처리되는 픽셀에 대해서는 테이퍼링 및 확산된 계조값 $G_n'(m)$ 을, 또한 어드레스 m' 을 갖는 픽셀에 대해서는 확산 인자 $R(m')$ 를 발생시킨다. 4-코너 오버랩 영역의 적절한 테이퍼링을 보장하기 위해서, 도9에 도시된 바와 같이, 테이퍼링 & 확산 알고리즘(450)은, 먼저 서브-이미지의 수직 경계 영역 내에 위치한 픽셀의 로우에, 다음에 서브-이미지의 수평 경계 영역 내에 위치한 픽셀의 칼럼에 대해 적용된다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 본 명세서에 기재된 테이퍼링 & 확산 방법이 전술한 계수 이외에 상이한 테이퍼링 계수 A_n 로 구현될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 소정의 경우에, 각 수평(수직) 인접 서브-이미지의 각 칼럼(로우)에서의 경계 픽셀에 대해 각각의 테이퍼링 계수를 적용한 다음에, 각 수직(수평) 인접 서브-이미지의 각 로우(칼럼)에 대해 각각의 테이퍼링 계수를 적용함으로써, 계수가 각 서브-이미지의 코너에서의 다수의 픽셀에 대해 2번 적용된다는 것이 보여질 수 있다. 그러나, 인접한 서브-이미지의 코너에서와 같이, 3 또는 4 픽셀이 오버랩하는지, 또는 2 픽셀이 오버랩하는지 간에, 소정의 오버랩 픽셀에 적용되는 계수의 합은 불변이다.

<67> 테이퍼링 & 확산 알고리즘(450)이 계조의 최소 레벨에서 원하는 영향을 갖도록 하기 위해서, 충분한 계조 동작 범위가 존재해야 한다. 마이크로 프로젝터(401)의 모든 픽셀이 오프 상태에 있는 경우, 이들은 "잔여 광 누설"로 언급되는 소량의 광 출력을 유지한 채 남아 있다. 각각의 모든 픽셀이 오프 상태에 있는 때에 마이크로 프로젝터(401)에 의해 발생하는 잔여 휘도로 계조 동작 범위가 설정되는 경우, 경계 영역 픽셀 계조는 테이퍼링될 수 없다. 그 결과, 경계 오버랩 영역에서의 픽셀은, 스크린이 최대 어두운 때에 또는 오버랩 경계 영역을 스트래들(straddle)하는 이미지의 최대 어두운 영역에서 약간 가시적으로 보이게 된다. 이러한 최소 계조 레벨 비균일성을 극복하기 위해서, 계조 동작 범위의 최소값은, 컬러-포인트 교정 절차(443) 중에, 마이크로 프로젝터(401) 잔여 광 누설 레벨의 4배와 같은 값으로 설정된다. 이렇게 함으로써, 4-코너 오버랩 경계 영역에서의 테이퍼링된 픽셀의 계조 레벨의 부가는 이미지의 나머지 픽셀의 최소 계조를 초과하지 않을 것이다.

- <68> 서브-이미지 경계 확산 블록(445)의 픽셀 계조 출력값은 미세 컬러 보정 블록(446)으로 제공되는데, 여기서 이는 어레이 균일성 제어 기능부(432)에 의해 발생하는 미세 컬러 보정값과 함께 처리된다. 어레이 균일성 제어 기능부(432)에 의해 발생하는 미세 컬러 보정값에 기초하여, 미세 컬러 보정 블록(446)은 화이트뿐만 아니라 원색의 각각에 대해 서브-이미지 픽셀의 컬러 좌표를 조정한다. 미세 컬러 보정 블록(446)의 컬러 보정된 서브-이미지 픽셀 계조 출력은, 계조 PWM 변환 블록(448)으로 제공되는데, 여기서 이는 R, G 및 B 계조의 각각에 대해 8-비트로 이루어지는 픽셀 프레임으로부터, R, G 및 B 계조에 대해 1-비트로 이루어지는 픽셀 프레임으로 변환된다. 그런 다음, R, G 및 B에 대한 이러한 1-비트 픽셀 프레임은, 서브-이미지 픽셀의 각각의 온/오프 상태를 제어하기 위해서 대응 마이크로 프로젝터(401)로 제공된다. 이러한 병렬-직렬 변환 기술은 펄스 폭 변조(PWM) 변환으로서 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공지되어 있다.
- <69> 어레이 균일성 제어 기능부(432)에 의해 발생하는 대략 컬러 보정값은 대략 컬러 보정 블록(447)으로 제공되는데, 여기서 이는, LED 장치(412)에 대한 RGB 컬러 제어값으로서, 제어 & 동기 블록(431)에 의해 제공되는 교정된 컬러-포인트 값과 결합된다. 대략 컬러 보정 블록(447)에 의해 발생하는 RGB 컬러 제어값은 통상적으로 8-비트 값으로서 표현된다. 이들 8-비트 컬러 제어값은, 대략 컬러 보정 블록(447)에 의해 발생하는 컬러 보정을 반영하기 위해서, LED 장치(412)에 의해 발생하는 RGB 광의 온/오프 듀티 사이클(duty cycle)을 조정하는데 이용된다. 광 PWM 변환 블록(449)은, 대략 컬러 보정 블록(447)에 의해 발생하는 LED 장치(412)에 대한 8-비트 RGB 컬러 제어값을 펄스 폭 변조(PWM) 기술을 이용하여 시리얼 비트 스트림으로 변환함으로써 이 태스크를 수행한다.
- <70> 도10은 마이크로-디스플레이 장치(419) 픽셀 계조 및 LED 장치(412) 컬러를 제어하기 위한 프레임 구조를 도시한 도면이다. 마이크로 프로젝터(401) 서브-이미지 내의 모든 액티브 픽셀의 계조를 업데이트하는 비율은 16.67ms의 지속시간(duration)을 갖는 프레임으로서 도시되어 있다. 도10에 도시된 프레임 구조는 60Hz 이미지 프레임률(frame rate) 디지털 비디오 입력에 대응하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 도10에 도시된 프레임 구조가 소정의 원하는 이미지 프레임률에 대응하도록 용이하게 변경될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 도10에 도시된 바와 같이, 이러한 픽셀 업데이트 이미지 프레임은, 플리커(flicker)를 방지하기 위해서 각각 1,041.67 μ s 지속시간(960Hz)을 갖는 16 픽셀/컬러 슬롯으로 분할될 수 있는데, 이는 4.085 μ s 지속시간(244,800Hz)을 갖는 PWM 비트로 추가 분할될 것이다. 도10에 도시된 이미지 프레임, 픽셀/컬러 슬롯 및 PWM 비트 동기 신호는, 디지털 비디오 입력에 의해 제공되는 이미지 프레임 동기 신호에 기초하여 제어 & 동기 기능부(431)에 의해 발생된다. 이미지 프레임, 픽셀/컬러 슬롯 및 PWM 비트 동기 신호는, 각 마이크로 프로젝터(401)뿐만 아니라 서브-이미지 처리 기능부(433)에 제공된다. 대략 컬러 보정 블록(447)에 의해 발생하는 LED 장치(412)에 대한 8-비트 RGB 컬러 제어값은, 광 PWM 변환 블록(449)에 의해 $2^8-1=255$ 시리얼 PWM 비트로 변환되고, 제어 & 동기 기능부(431)에 의해 발생하는 슬롯 및 비트 동기 신호와 동기하여 출력된다.
- <71> 도10에 도시된 16 컬러 슬롯의 각각은, 각 컬러의 요구되는 최대 밝기를 획득하기 위한 방식으로 R, G 또는 B 중 어느 하나에 할당될 수 있는데, 여기서 요구되는 밝기는 대략 컬러 보정 블록(447)에 의해 발생하는 8-비트 컬러 제어값에 의해 설정된 온/오프 듀티 사이클에 의해 제어된다. R, G 또는 B에 할당된 이미지 프레임 내의 컬러 슬롯의 수는 교정된 컬러 포인트를 달성하도록 설정되고, 대략 컬러 보정 블록(447)에 의해 발생하는 컬러 보정값에 의해 제어된다. 이러한 컬러 슬롯에 대한 R, G 또는 B의 할당은, 슬롯 컬러 정렬과 처리 및 출력을 동기화하기 위해서, 서브-이미지 스케일링 블록(444), 서브-이미지 경계 확산 블록(445), 미세 컬러 보정 블록(446) 및 계조 PWM 변환 블록(448)으로 이루어지는 처리 체인으로 제공된다.
- <72> 통상적으로, 이미지 처리 기능부(430)로 제공되는 디지털 비디오 입력은, RGB 포맷, 또는 휘도 및 컬러차 부호화된 포맷 중 하나이고, 컬러 공간 변환 블록(434)에 의해 RGB 포맷으로 변환된다. 컬러 공간 변환 블록(434)이 디지털 비디오 입력을 R, G 및 B 보다 많은 컬러, 예를 들어 RGB + 옐로우(Y), 시안(C), 마젠타(M) 및 화이트(W)로 변환할 수 있는 경우, 도10에 도시된 LED 제어 구조를 이용하여, R, G 및 B에 대해 동시에 컬러 슬롯을 할당하고, 컬러 슬롯 내에서 원하는 컬러가 발생되도록 RGB LED의 밝기를 조정하기 위해서 대략 컬러 보정 블록(447)에 의해 발생하는 8-비트 컬러 제어값을 이용함으로써, 이들 컬러를 발생시키는 것이 가능하다.
- <73> 광 센서(418), 어레이 균일성 기능부(432), 미세 컬러 보정 블록(446) 및 대략 컬러 보정 블록(447)으로 이루어지는 피드백 제어 루프는, 마이크로 프로젝터(401)에 의해 발생하는 서브-이미지에 걸쳐 컬러 및 밝기 균일성을 유지시키는 역할을 하고, 온도 변화 및 노화에 따라 발생할 수도 있는 LED 장치 컬러 및 밝기 편차를 보정하는 역할도 한다.
- <74> 요컨대, 본 발명의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)는 다른 디스플레이의 약점을 극복하고, 다음의

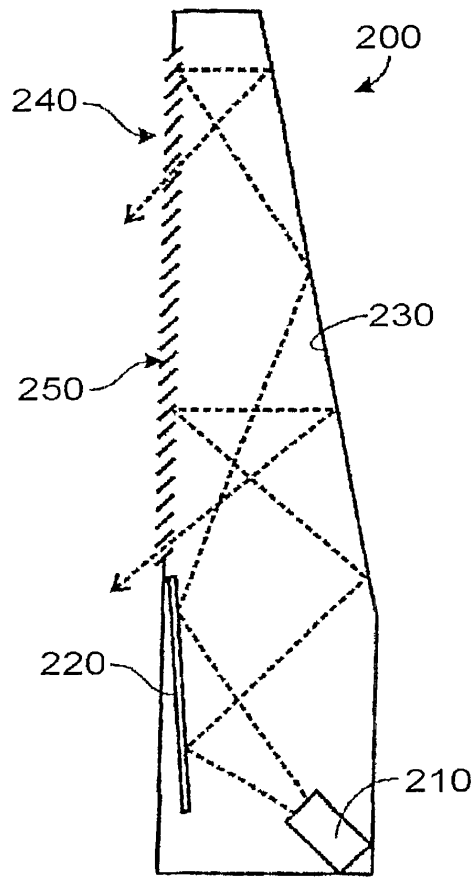
다수의 이점을 갖는다.

- <75> 1. 스크린-하부 높이를 연장하지 않고, 각각 작은 프로젝션 방출 거리를 갖는 마이크로 프로젝터(401) 어레이를 이용하기 때문에, 로우-프로파일 폼-팩터를 갖는다.
- <76> 2. 광원으로서, 공간적으로 분포되며 효과적인 열 관리 및 휘도 효과적인 LED 장치(412)를 이용하고, 컬러 휠 및 냉각 팬을 제거하기 때문에, 실질적으로 개선된 신뢰성을 갖는다.
- <77> 3. 다양한 소형의 다이 크기의 마이크로-디스플레이 장치, 소형의 광학 컴포넌트를 이용하고, 프레넬, 및 다양한 대형의 고비용 폴딩 미러를 제거하기 때문에, 비용이 적게 들고, 조립 및 교정이 보다 용이해진다.
- <78> 전술한 상세한 설명에 있어서, 본 발명은 특정 실시예를 참조하여 기재되었다. 그러나, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양한 변경 및 변형이 이루어질 수도 있다는 것은 명백하다. 따라서, 설계 상세 및 도면은 제한의 의미가 아니라 예시적인 것으로 고려된다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 본 발명의 일부는 바람직한 실시예에 대해 전술한 구현과 상이하게 구현될 수도 있다는 것을 인식할 것이다. 예를 들어, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 본 발명의 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치(400)가, 이용되는 마이크로 프로젝터(401)의 수, 마이크로 프로젝터(401)의 특정 설계 상세, 공장 교정 절차의 특정 상세, 마이크로 프로젝터(401) 서브-이미지 확산 알고리즘의 특정 설계 상세, 어레이 컬러 & 밝기 균일성 제어의 특정 설계 상세, 컬러 & 밝기 피드백 제어 루프의 특정 설계 상세, 및 컬러 제어 프레임 구조에 대한 다양한 변경으로 구현될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 기본 원칙을 벗어나지 않고 본 발명의 전술한 실시예의 상세에 대해 다수의 변경이 이루어질 수도 있다는 것을 인식할 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 단지 특허청구범위에 의해 결정되어야 한다.

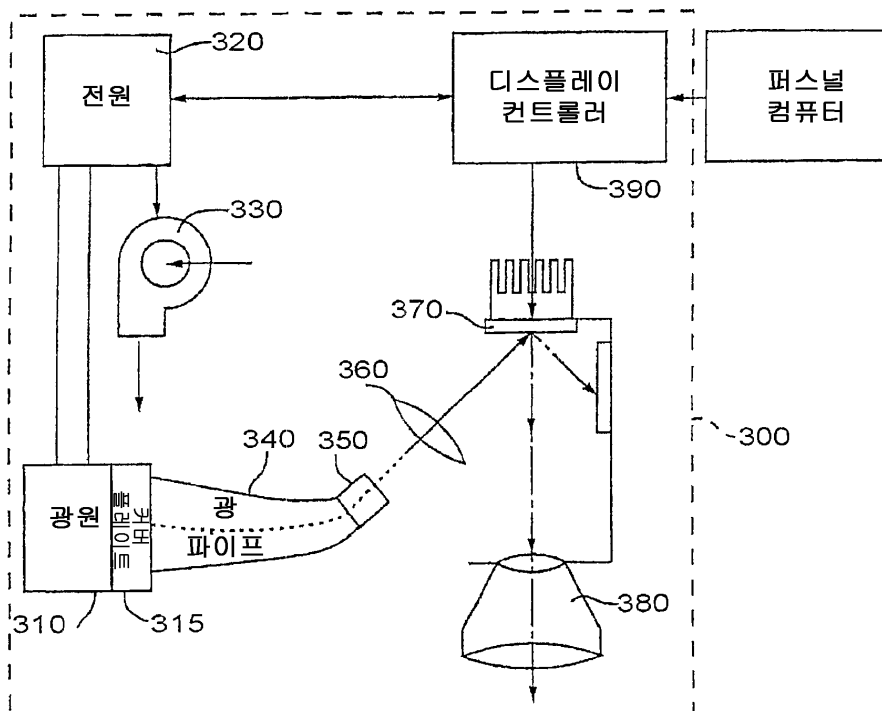
도면의 간단한 설명

- <17> 도1은 종래기술의 리어 프로젝션 디스플레이 아키텍처를 도시한 도면.
- <18> 도2는 종래기술의 박형 리어 프로젝션 디스플레이 아키텍처를 도시한 도면.
- <19> 도3은 개선된 신뢰성을 제공하는 종래기술의 프로젝션 디스플레이 아키텍처를 도시한 도면.
- <20> 도4는 리어 프로젝션 어레이 디스플레이 장치의 단면도.
- <21> 도5a는 마이크로 프로젝터 장치의 단면도.
- <22> 도5b는 마이크로 프로젝터 장치의 블록도.
- <23> 도6a는 마이크로 프로젝터 어레이와 어레이 컨트롤러 사이의 인터페이스를 도시한 도면.
- <24> 도6b는 어레이 컨트롤러의 블록도.
- <25> 도7은 마이크로 프로젝터 어레이 디스플레이 공장 교정 절차의 흐름을 도시한 도면.
- <26> 도8a는 마이크로 프로젝터 서브-이미지 영역을 도시한 도면.
- <27> 도8b는 마이크로 프로젝터 서브-이미지 경계 확산(boundary diffusion)의 결과를 도시한 도면.
- <28> 도9는 서브-이미지 경계 확산 처리의 흐름을 도시한 도면.
- <29> 도10은 마이크로-디스플레이 장치 및 LED 장치에 대한 제어 프레임을 도시한 도면.

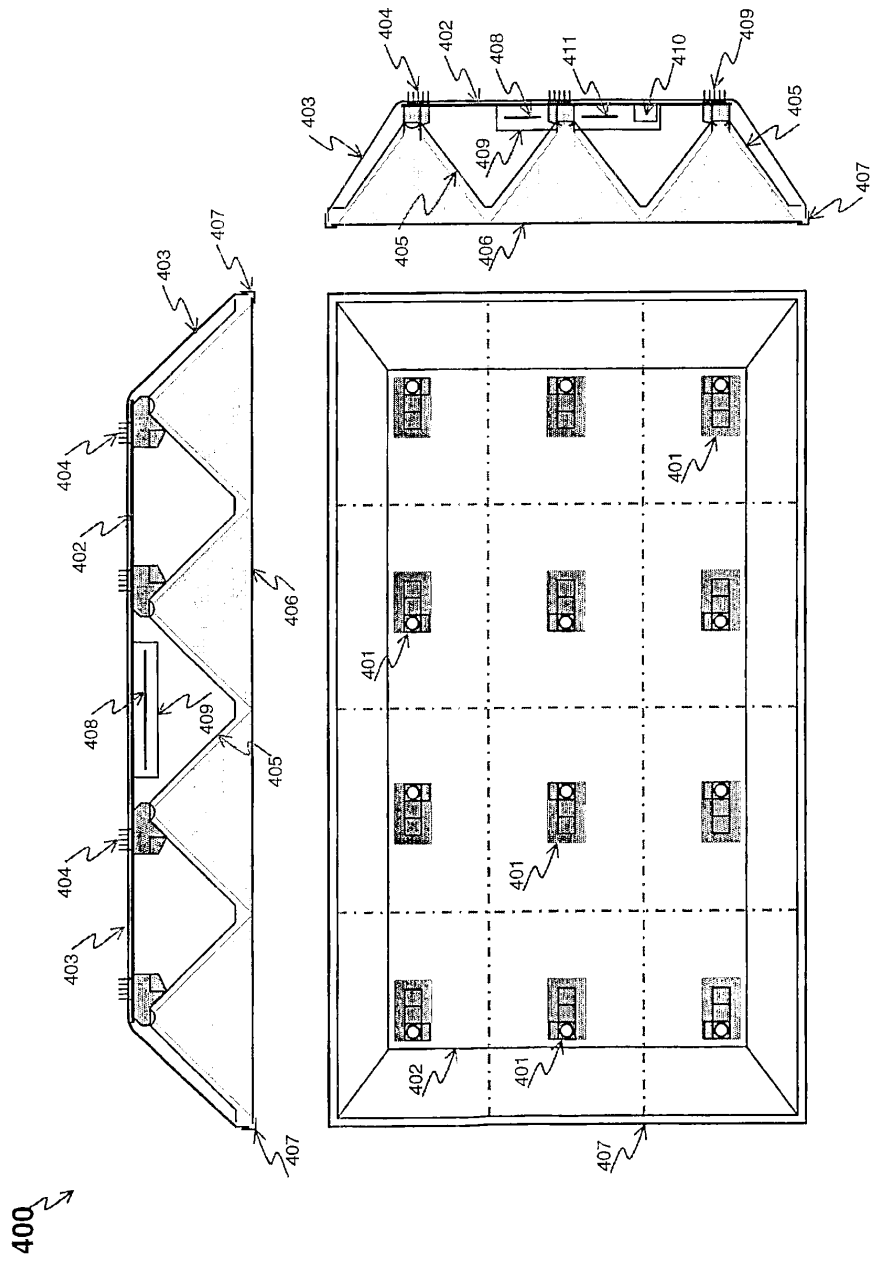
도면2



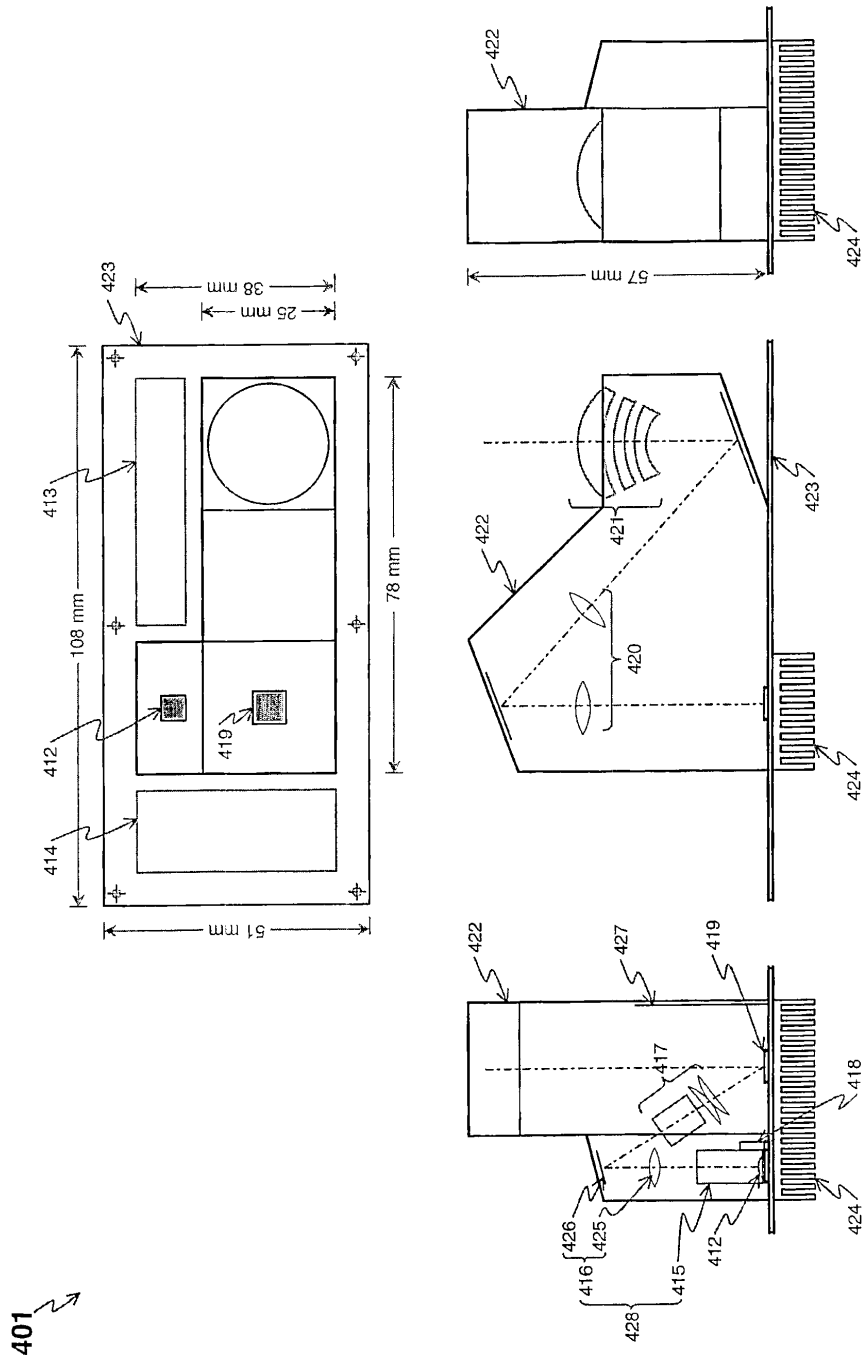
도면3



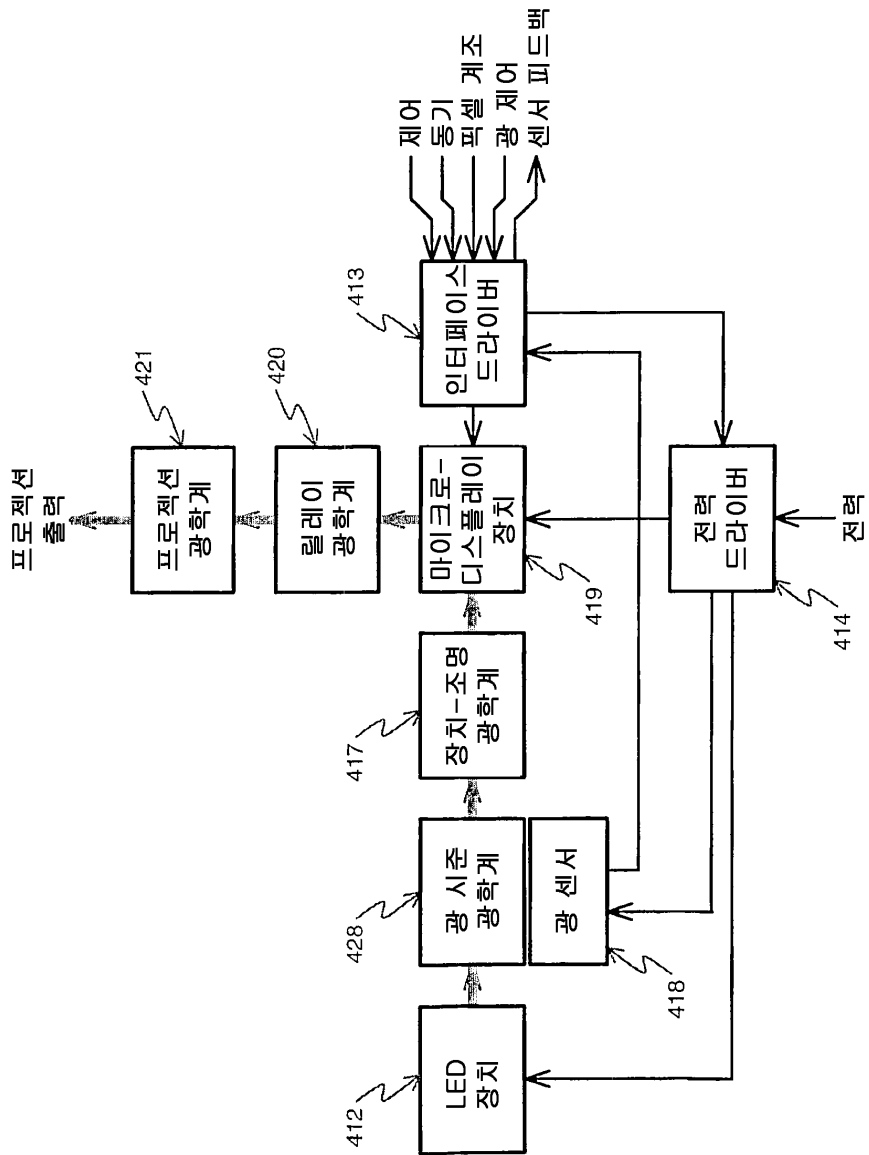
도면4



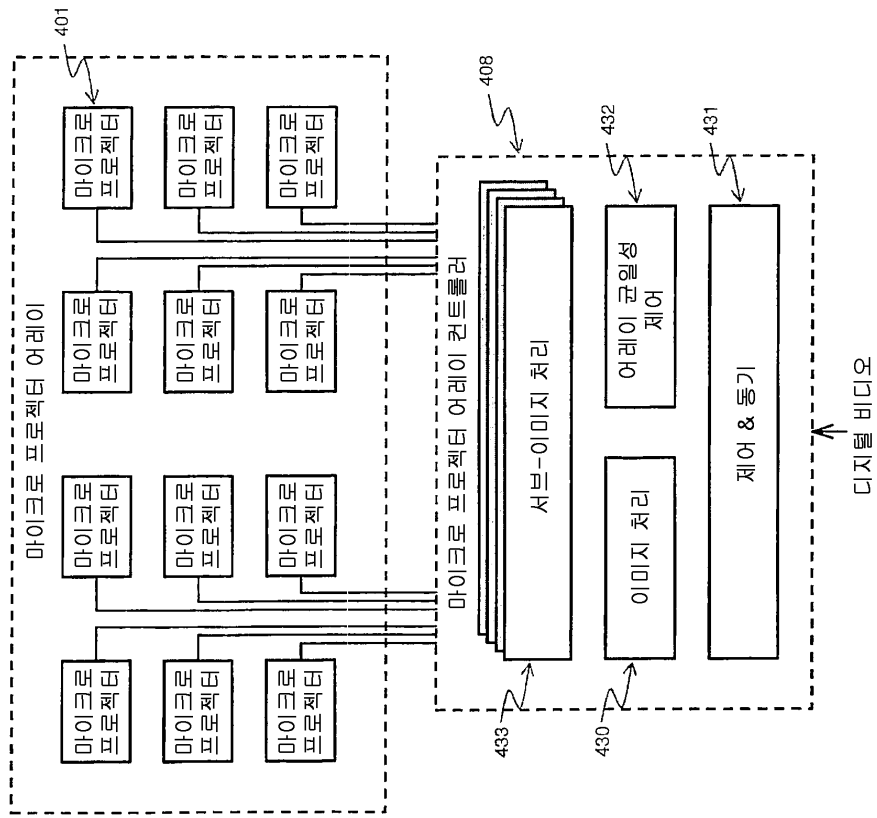
도면5a



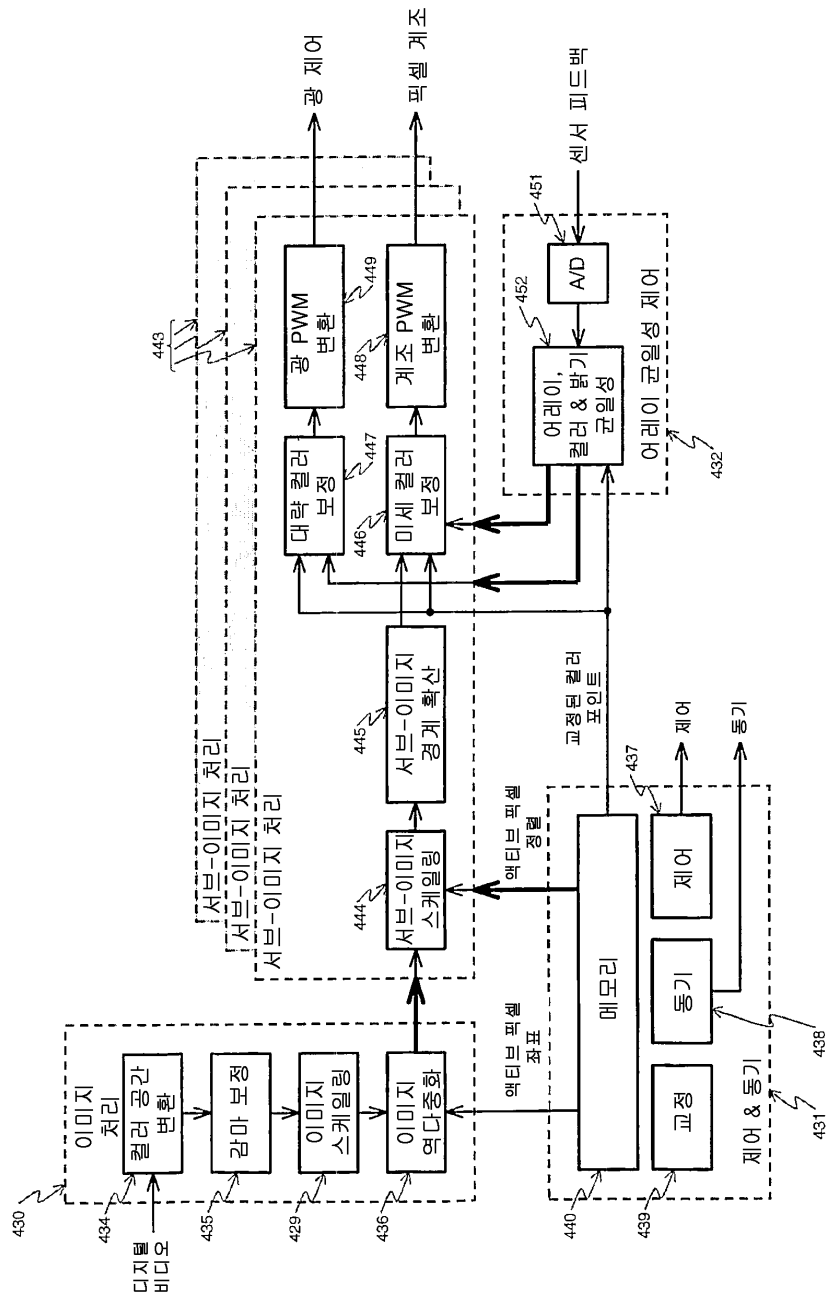
도면5b



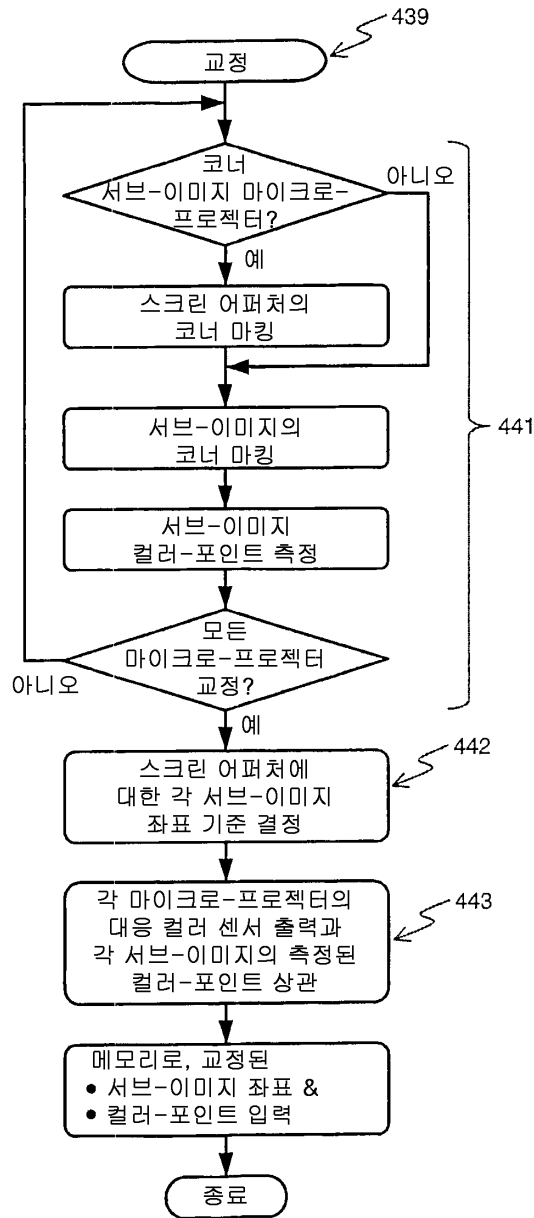
도면6a



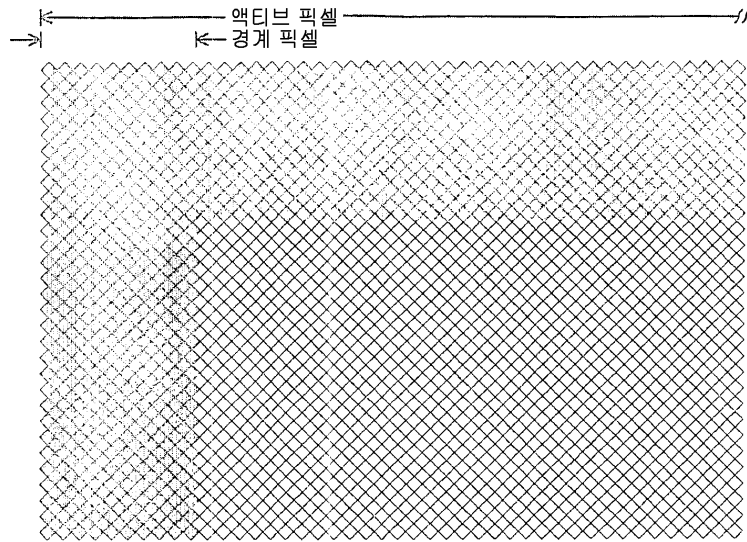
도면6b



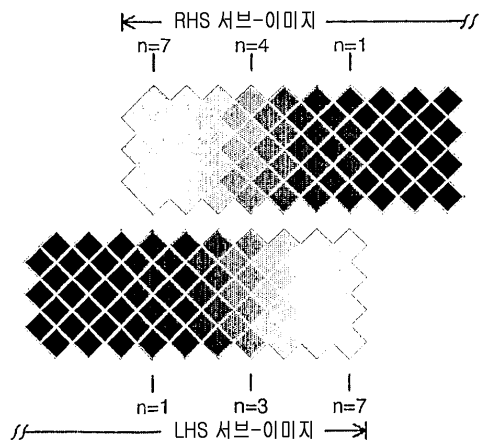
도면7



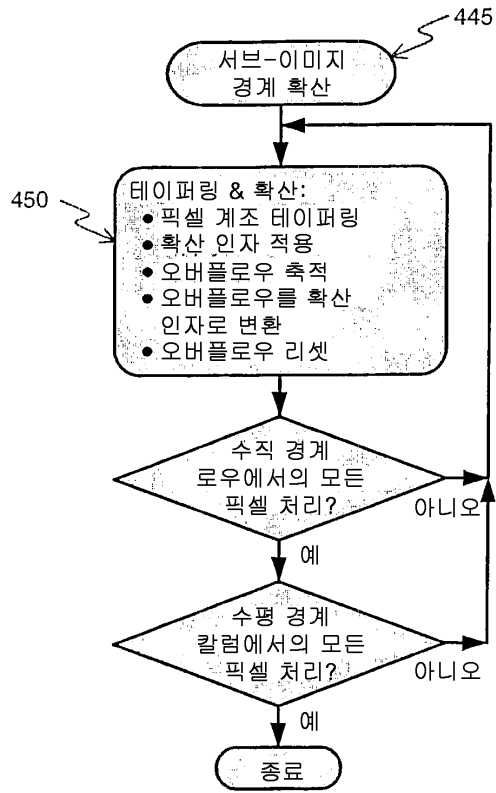
도면8a



도면8b



도면9



도면10

