(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월23일
(11) 등록번호 10-1121268
(24) 등록일자 2012년02월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 5/02 (2006.01) *G09G 3/20* (2006.01)
G09G 3/34 (2006.01) *G09G 3/36* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7010387
(22) 출원일자(국제) 2004년11월26일
심사청구일자 2009년10월27일
(85) 번역문제출일자 2006년05월26일
(65) 공개번호 10-2006-0123755
(43) 공개일자 2006년12월04일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2004/013436
(87) 국제공개번호 WO 2005/052902
국제공개일자 2005년06월09일
(30) 우선권주장
03078717.0 2003년11월26일
유럽특허청(EPO)(EP)
(56) 선행기술조사문헌
US5504504 A
WO0199115843 A1
전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자
바르코 엔.브이.
벨기에 비-8500 코르트리크 프레지던트 케네디파크 35
(72) 발명자
킴프, 톰
벨기에 비-9000 젠트 미르스트라엣 34
(74) 대리인
백만기, 이중희, 주성민

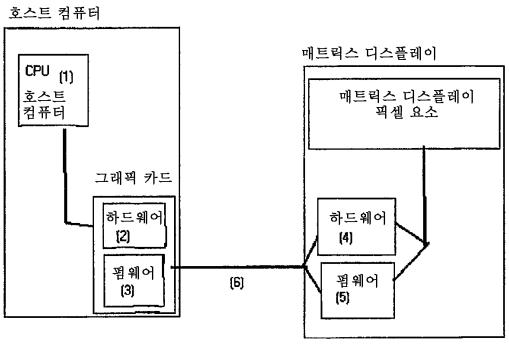
심사관 : 최훈영

(54) 발명의 명칭 **인간 시각 시스템의 특징을 사용하여 매트릭스디스플레이에서의 결함을 시각적으로 마스킹하는 방법 및장치**

(57) 요 약

본 발명은 다수의 픽셀들을 포함하는 매트릭스 디스플레이에 존재하는 시각 효과를 감소시키는 방법을 제공한다. 픽셀들은 적어도 3개의 서브픽셀들을 포함하며, 각각의 서브픽셀들은 픽셀의 다른 서브 픽셀들의 서브픽셀 컬러들의 선형 조합으로는 획득될 수 없는 서브픽셀 컬러를 생성하도록 의도되며, 상기 방법은 인간 시각 시스템의 표시를 제공하는 단계와, 디스플레이에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀을 특성화하는 단계- 결함 버스픽셀은 제1 서브픽셀 컬러를 생성하도록 의도되며, 결함 서브픽셀은 다수의 비결함 서브픽셀들에 의해서 둘러싸임-와, 인간 시각 시스템의 표현 및 적어도 하나의 결함 서브픽셀의 특성화에 따라 다수의 비결함 서브픽셀들의 적어도 몇몇을 위한 구동 신호들을 유도하여 인간 시각 시스템의 예상 응답을 결함 서브픽셀들까지 최소화하는 단계와, 유도된 구동 신호들을 가지고 다수의 비결함 서브픽셀들 중 적어도 몇몇을 구동하는 단계를 포함하고, 결함 서브픽셀에 대한 인간 시각 시스템의 응답을 최소화하는 단계는 다른 서브픽셀 컬러를 생성하도록 의도된 적어도 하나의 비결함 서브픽셀의 광 출력 값을 변경하는 단계를 포함하며, 다른 서브픽셀 컬러는 제1 서브픽셀 컬러와는 상이하다. 본 발명은 매트릭스 디스플레이 내에 존재하는 결함들의 시각적 효과를 감소시키는 대응 시스템 및 디스플레이 내에 존재하는 결함들의 감소된 시각적 효과를 가지는 매트릭스 디스플레이 또한 제공한다.

대 표 도 - 도8



특허청구의 범위

청구항 1

복수의 픽셀들을 포함하는 매트릭스 디스플레이 내에 존재하는 결함들의 시각적 효과를 감소시키는 방법으로서, 상기 픽셀들은 적어도 3개의 서브픽셀들을 포함하며, 상기 픽셀들 각각에 있어서, 각 서브픽셀은 그외의 서브픽셀들의 서브픽셀 컬러들의 선형 조합(linear combination)에 의해서 획득될 수 있는 컬러 이외의 서브픽셀 컬러를 생성하며,

상기 방법은,

서브픽셀에 인가되는 자극에 대한 인간 눈(human eye)의 예상 응답을 계산함으로써 인간 시각 시스템의 수학적 표현을 제공하는 단계와,

시각 측정 시스템을 이용하여, 상기 디스플레이 내에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀을 특성화(characterizing)하는 단계- 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀은 제1 서브픽셀 컬러를 생성하며, 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀은 복수의 비결함 서브픽셀들에 의해서 둘러싸임 -와,

상기 인간 시각 시스템의 수학적 표현 및 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀의 특성화에 따라 상기 복수의 비결함 서브픽셀들 중 적어도 일부에 대한 구동 신호들을 유도함으로써 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀에 대한 상기 인간 시각 시스템의 예상 응답을 최소화하는 단계와,

상기 유도된 구동 신호들을 이용하여 상기 복수의 비결함 서브픽셀들 중 적어도 일부를 구동하는 단계를 포함하고,

상기 결함 서브픽셀에 대한 상기 인간 시각 시스템의 응답을 최소화하는 단계는, 상기 제1 서브픽셀 컬러와는 상이한 다른 서브픽셀 컬러를 생성하는 적어도 하나의 비결함 서브픽셀의 광 출력 값을 변경하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 결함 서브픽셀에 대한 상기 인간 시각 시스템의 응답을 최소화하는 단계는 상기 결함 서브픽셀과 동일한 픽셀의 일부인 적어도 하나의 비결함 서브픽셀에 광 출력 편향(light output deviation)을 도입하는 단계를 포함하고,

상기 광 출력 편향은, 상기 픽셀의 전체 광 출력이, 상기 픽셀이 결함 서브픽셀들을 가지지 않는 경우의 상기 픽셀의 전체 광 출력과 동일하게 되거나,

상기 광 출력 편향과 상기 결함 서브픽셀에 의해 야기된 광 출력 편향은 50% 이하로 다르게 되는 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수의 비결함 서브픽셀들 중 적어도 일부에 대한 구동 신호들을 유도하는 단계는 상기 인간 시각 시스템과 상기 디스플레이 사이의 거리, 상기 인간 시각 시스템과 상기 디스플레이 사이의 뷰잉 각(viewing angle), 및 주변 미광(environmental stray light)의 존재 중 적어도 하나에 대한 정정을 포함시킴으로써 또한 수행되는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 디스플레이 내에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀을 특성화하는 단계는 개별적인 서브픽셀들의 위치 및 비선형 광 출력 응답을 특성화하는 특성화 데이터를 저장하는 단계를 포함하며, 상기 특성화 데이터는 개별적인 서브픽셀의 광 출력들을 그 구동 신호들의 함수로서 나타내는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

서브픽셀에 인가되는 자극에 대한 인간 눈의 예상 응답을 계산하는 단계에서는 눈의 포인트 스프레드 함수(point spread function), 퓨필 함수(pupil function), 라인 스프레드 함수(line spread funtion), 광 전달 함수, 변조 전달 함수 또는 위상 전달 함수 중 적어도 하나를 이용하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 결함 서브픽셀에 대한 상기 인간 시각 시스템의 응답을 최소화하는 경우에, 경계 조건들(boundary conditions)이 고려되는 방법.

청구항 9

복수의 픽셀들을 포함하는 매트릭스 디스플레이 내에 존재하는 결함들의 시각적 효과를 감소시키는 시스템으로서, 상기 픽셀들은 적어도 3개의 서브픽셀들을 포함하고, 상기 픽셀들 각각에 있어서, 각 서브픽셀은 그외의 서브픽셀들의 서브픽셀 컬러들의 선형 조합에 의해서 획득될 수 있는 컬러 이외의 서브픽셀 컬러를 생성하고 인간 시각 시스템에 의해서 보여지도록 되며, 상기 인간 시각 시스템의 망막 상의 포인트 소스의 이미지를 기술하는 인간 시각 시스템에 대한 제1 특성화 데이터가 서브픽셀에 인가되는 자극에 대한 인간 눈의 응답을 계산하는 계산 수단을 갖는 시각 특성화 장치에 의해서 제공되고,

상기 시스템은,

상기 디스플레이에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀에 대한 제2 특성화 데이터를 생성하는 결함 특성화 장치 - 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀은 제1 서브픽셀 컬러를 생성하고 복수의 비결함 서브픽셀들에 의해서 둘러싸임 -와,

상기 제1 특성화 데이터 및 상기 제2 특성화 데이터에 따라 상기 복수의 비결함 서브픽셀들 중 적어도 일부에 대한 구동 신호들을 유도함으로써 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀에 대한 상기 인간 시각 시스템의 예상 응답을 최소화하는 정정 장치와,

상기 유도된 구동 신호들을 이용하여 상기 복수의 비결함 서브픽셀들 중 적어도 일부를 구동하는 수단을 포함하고,

상기 정정 장치는, 상기 제1 서브픽셀 컬러와는 상이한 다른 서브픽셀 컬러를 생성하는 적어도 하나의 비결함 서브픽셀의 광 출력 값을 변경하는 수단을 포함하는 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 정정 장치는 상기 결함 서브픽셀과 동일한 픽셀의 일부인 적어도 하나의 비결함 서브픽셀에 광 출력 편향을 도입하는 수단을 포함하고,

상기 광 출력 편향은, 상기 픽셀의 전체 광 출력이, 상기 픽셀이 결함 서브픽셀들을 가지지 않는 경우의 상기 픽셀의 전체 광 출력과 동일하게 되거나,

상기 광 출력 편향과 상기 결함 서브픽셀에 의해 야기된 광 출력 편향은 50% 이하로 다르게 되는 시스템.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제10항에 있어서,

구동 신호들을 유도하는 상기 정정 장치는 상기 인간 시각 시스템과 상기 디스플레이 사이의 거리, 상기 인간 시각 시스템과 상기 디스플레이 사이의 뷰잉 각, 및 주변 미광의 존재 중 적어도 하나에 대한 정정을 포함하는 구동 신호들의 유도를 위하여 구성된 시스템.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 결함 서브픽셀 특성화 장치는 상기 디스플레이의 서브픽셀들의 이미지를 생성하는 이미지 캡쳐 장치를 포함하는 시스템.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 결함 서브픽셀 특성화 장치는 상기 디스플레이의 개별적인 서브픽셀들의 실제 위치를 식별하는 서브픽셀 위치 식별 장치를 포함하는 시스템.

청구항 16

인간 시각 시스템에 의해서 보여지는 이미지를 디스플레이하는 매트릭스 디스플레이 장치로서,

복수의 픽셀들 - 상기 픽셀들은 적어도 3개의 서브픽셀들을 포함하며, 상기 픽셀들 각각에 있어서, 각 서브픽셀은 그외의 서브픽셀들의 서브픽셀 컬러들의 선형 조합에 의해 획득될 수 있는 컬러 이외의 서브픽셀 컬러를 생성함 -과,

인간 시각 시스템의 망막 상의포인트 소스의 이미지를 기술하는 상기 인간 시각 시스템에 대한 제1 특성화 데이터를 저장하는 제1 메모리와,

상기 디스플레이 장치 내에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀에 대한 제2 특성화 데이터를 저장하는 제2 메모리 - 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀은 제1 서브픽셀 컬러를 생성함 -와,

상기 제1 특성화 데이터 및 상기 제2 특성화 데이터에 따라, 결함 서브픽셀을 둘러싸는 비결함 서브 픽셀들에 대한 구동 신호들을 변조하여 상기 매트릭스 디스플레이 장치 내에 존재하는 결함 서브픽셀의 시각적 효과를 감소시키는 변조 장치 - 상기 변조 장치는 상기 제1 서브픽셀 컬러와는 상이한 다른 서브픽셀 컬러르 생성하는 적어도 하나의 비결함 서브픽셀의 광 출력 값을 변경하도록 구성됨 -

를 포함하는 매트릭스 디스플레이 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제1 및 제2 메모리는 동일한 메모리 장치인 매트릭스 디스플레이 장치.

청구항 18

복수의 픽셀들을 포함하는 매트릭스 디스플레이 내에 존재하는 결함들의 시각적인 효과를 감소시키는 시스템과 함께 이용하기 위한 제어 유닛으로서, 상기 픽셀들은 적어도 3개의 서브픽셀들을 포함하며, 상기 픽셀들 각각에 있어서, 각 서브픽셀은 그외의 서브픽셀의 서브픽셀 컬러들의 선형 조합에 의해서 획득될 수 있는 컬러 이외의 서브 픽셀 컬러를 생성하고, 인간 시각 시스템에 의해서 보여지도록 되고,

상기 제어 유닛은,

인간 시각 시스템의 망막 상의 포인트 소스의 이미지를 기술하는 상기 인간 시각 시스템에 대한 제1 특성화 데

이터를 저장하는 제1 메모리와,

상기 디스플레이 내에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀에 대한 제2 특성화 데이터를 저장하는 제2 메모리 - 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀은 제1 서브픽셀 컬러를 생성함 -와,

상기 제1 특성화 데이터 및 상기 제2 특성화 데이터에 따라, 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀을 둘러싸는 비결함 서브픽셀들에 대한 구동 신호들을 변조하여, 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀의 시각적 효과를 감소시키는 변조 수단 - 상기 변조 수단은 상기 제1 서브픽셀 컬러와는 상이한 다른 서브픽셀 컬러를 생성하는 적어도 하나의 비결함 서브픽셀의 광 출력 값을 변경하도록 구성됨 -

을 포함하는 제어 유닛.

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 매트릭스 어드레스지정 전자 디스플레이 장치, 특히, 플라즈마 디스플레이, 전계 방출 디스플레이, LCD(liquid crystal display), EL(electroluminescent) 디스플레이, LED(light emitting diode) 및 OLED(organic light emitting diode) 디스플레이, 특히, 프로젝션 또는 직접적인 시청 개념에 사용되는 플랫 패널 디스플레이 같은 고정 포맷 디스플레이에 존재하는 픽셀 또는 서브픽셀 결함을 시각적으로 마스킹하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 모노크롬 및 컬러 디스플레이 모두에 적용되고, 각 픽셀 또는 서브픽셀이 개별적으로 어드레스지정가능한 특징을 충족하는 방사, 투과, 반사 및 투과-반사(trans-reflective)형 디스플레이 기술에 적용된다.

배 경 기 술

[0003] 현재, 대부분의 매트릭스 기반 디스플레이 기술은, 장기에 걸쳐 확립된 음극선관(CRT)과 같은 전자 이미지 형성 기술에 비하여 기술적으로 유아기 상태에 있다. 결과적으로, 많은 도메인에 이미지 품질 결함이 존재하고 이로 인해 임의의 애플리케이션에서 이들 기술을 수용하는데 있어 문제가 야기된다.

[0004] 매트릭스 기반 또는 매트릭스 어드레스지정 디스플레이는 개별 이미지 형성 요소, 소위 픽셀(픽처 구성요소)로 구성되며, 이 개별 이미지 형성 요소는 적절한 구동 전자 장치에 의해 개별적으로 구동(또는 어드레스지정)될 수 있다. 구동 신호는 픽셀을 제1 상태, (휘도가 방사, 투과 또는 반사되는)온(on) 상태, 제2 상태, (휘도가 방사, 투과 또는 반사되지 않는)오프(off) 상태로 스위칭하거나 - 예를 들면, EP 제117335호 참조 - 또는 몇몇 디스플레이를 위해, 온 또는 오프 사이에 하나 또는 임의의 중간 상태 (방사, 투과 또는 반사된 휘도량의 변조)로 스위칭할 수 있다 - 예를 들면, EP 제0462619호 및 EP 제117335호 참조.

[0005] 매트릭스 어드레스지정 디스플레이는 전형적으로 수백만의 픽셀로 구성되기 때문에, 임의의 상태(온, 오프 또는 그 사이의 임의의 상태)에 빠져있게 되는 픽셀이 매우 종종 존재한다. 픽셀 요소가 개별적으로 제어가능하거나 그렇지 않은 다수의 서브픽셀을 포함하는 곳에서는, 하나 이상의 서브픽셀 요소가 임의의 상태에 빠져 있을 수 있게 된다. 예를 들면, 픽셀 구조는 적, 녹 및 청색 각각에 대한 세개의 서브픽셀 요소를 포함할 수 있다. 이들 서브픽셀 요소 중 하나가 임의의 상태에 빠져있게 되면, 픽셀 구조는 영구의 컬러 변이(shift)를 갖게 된다. 대부분 그러한 문제는 개별 픽셀의 구동 전자 장치(예를 들면, 결함 트랜지스터)에서의 오작동에 기인한다. 다른 가능한 원인으로는, 디스플레이에 관여된 다양한 제조 공정, 및/또는 이들 디스플레이의 물리적 구조가 갖고 있는 문제점이며, 이들 각각은 고려중인 전자 디스플레이의 기술의 유형에 따라 다르다. 또한, 픽셀 또는 서브픽셀 요소가 실질적으로 어느 상태에 빠져있지는 않지만, 이웃하는 픽셀 또는 서브픽셀과는 상당히 상이한 휘도 또는 컬러 거동(behavior)을 보이는 것이 가능하다. 예를 들면, 결함 픽셀이 이웃하는 픽셀과는 (하나 이상의 비디오 레벨에서) 20% 이상 상이한 휘도 거동을 보이거나, 또는 결함 픽셀이 이웃과는 픽셀의 동작 범위와 15% 이상 상이한 동작 범위(최대 휘도/최소 휘도)를 보이거나, 결함 픽셀이 디스플레이를 위해 평균 또는 요구되는

값과 비교한 값보다 큰 컬러 변이를 보이지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 물론, 픽셀 또는 서브픽셀의 결함 유무를 결정하는 다른 규칙도 가능하다(이미지의 오역에 대한 잠재적인 위험을 갖고 있는 임의의 조건이 픽셀이 결함 픽셀인지를 결정하기 위한 규칙으로 표현될 수 있다). 예를 들면, 먼지에 기인한 밝은 또는 어두운 스폿도 픽셀 결함으로 고려될 수 있다. 결함 픽셀에 대한 정확한 이유는 본 발명에 있어서 중요한 것은 아니다.

[0006] 결함 픽셀 또는 서브픽셀은 전형적으로 디스플레이 사용자의 눈에 잘 띄게 된다. 결과적으로 이들은 매우 낮은 (주관적으로) 이미지 품질을 갖게 되고, 디스플레이 사용자를 매우 화나게 또는 성가시게 할 수 있으며, (의료 이미징, 특히 유방뢴트겐 조영(mammography) 같은) 애플리케이션을 요구할 수 있으며, 심지어 결함 픽셀 또는 서브픽셀은 디스플레이되는 이미지를 오역할 수 있음에 따라 의도된 애플리케이션용으로 그 디스플레이를 사용할 수 없게 할 수도 있다. 이미지 충실도로 매우 높게 요구되는 애플리케이션, 예를 들면, 의료용 애플리케이션에 대해, 이러한 상황은 수용될 수 없다.

[0007] 미국 특허 제5,504,504호에는 이미지 디스플레이에 존재하는 결함의 시각적 효과를 감소하는 방법 및 디스플레이 시스템이 개시되어 있다. 이 디스플레이는 픽셀 어레이를 포함하고, 각각의 비결함 픽셀은, 광이 시청면 상으로 지향되는 "온" 상태와 광이 시청면 상으로 지향되지 않는 "오프" 상태 간을 유연하게 어드레스지정함으로써 입력 데이터에 응답하여 선택적으로 동작가능하게 된다. 각각의 결함 픽셀은 중앙 결함 픽셀에 인접한 보상 픽셀의 제1 링에 의해 즉시 둘러싸인다. 보상 픽셀은 중앙 결함 픽셀로부터 이격된 기준 픽셀의 제2 링으로 즉시 둘러싸인다. 결함 픽셀을 둘러싸는 제1 링에 있는 적어도 하나의 보상 픽셀의 어드레스지정 회로-결정 값은 원하거나 의도된 값으로부터 정정값으로 변경되어, 결함의 시각적 충격을 저감시킨다. 일 실시예에서, 보상 픽셀의 값은 모든 보상 픽셀과 결함 픽셀에 대하여 평균의 시각적 결함 값이 결함 픽셀의 의도된 값과 동일하게 되도록 선택된다. 또 다른 실시예에서, 보상 픽셀의 값은 오프셋을 각 보상 픽셀의 원하는 값에 부가함으로써 조정된다. 이 오프셋은, 오프셋 값의 합이 결함 픽셀의 의도된 값과 동일하게 되도록 선택된다.

[0008] 전술한 특허에서 제안한 솔루션은 합리적인 정정 결과를 얻기 위해 모든 디스플레이에 대하여 시행 착오법을 요구한다는 것이 단점이다.

[0009] WO 03/100756호에는 디스플레이 시스템에 대하여 결함 서브픽셀을 갖는 결함 픽셀을 부가의 리던던트 서브픽셀을 구비한 제1 서브픽셀의 세트를 갖는 픽셀로 마스킹하는 것이 공지되어 있다. 마스킹은 상기 결함 픽셀의 소망하는 인지 특성과 상기 픽셀의 정정된 인지 특성 간 에러를 감소시킴으로써 수행된다. 환언하면, 상기 방법은 결함 픽셀에 대한 소망의 인지 특성을 얻는 것에 촛점이 맞추어지고, 이에 의해 리던던트 서브픽셀의 사용이 요구된다. 상기 특허의 방법에서는 리던던트 서브픽셀이 각각 그리고 모든 픽셀에 대하여 필요하다는 것이 단점이다. 상기 특허는 부가의 리던던트 픽셀 없이 디스플레이 시스템에 있는 결함을 마스킹하는 방법은 설명하고 있지 않다.

발명의 상세한 설명

[0010] 본 발명의 목적은, 픽셀 결함을 잘 보이지 않게 함으로써 이미지 오역을 회피하는 방법 및 장치를 제공하고, 이 방법은 수용가능한 정정 결과를 얻기 위해 필요한 시행 착오법을 사용하지 않고 상이한 유형의 매트릭스 디스플레이에 대하여 사용가능하다. 상기 목적은 본 발명의 방법 및 장치에 의해 달성된다.

[0011] 제1 측면에서, 본 발명은 다수의 디스플레이 요소들을 포함하는 매트릭스 디스플레이 내에 존재하는 결함들의 시각적 효과를 감소시키는 방법을 제공하며, 상기 방법은, 인간 시각 시스템의 표현을 제공하는 단계와, 상기 디스플레이 내에 존재하는 적어도 하나의 결함을 특성화하는 단계- 상기 결함은 다수의 비결함 서브픽셀들에 의해서 둘러싸임 -와, 상기 인간 시각 시스템의 표현 및 상기 적어도 하나의 결함의 특성화에 따라 상기 다수의 비결함 디스플레이 요소들의 적어도 몇몇을 위한 구동 신호들을 유도하여 상기 인간 시각 시스템의 예상 응답을 상기 결함까지 최소화하는 단계와, 상기 유도된 구동 신호들을 가지고 상기 다수의 비결함 디스플레이 요소들 중 적어도 몇몇을 구동하는 단계를 포함함다. 추가적인 측면에서, 본 발명은 다수의 픽셀들을 포함하는 매트릭스 디스플레이 내에 존재하는 결함들의 시각적 효과를 감소시키는 방법- 상기 서브 픽셀들(14)은 적어도 3개의 서브픽셀들(20,21,22)을 포함하며, 각각의 서브픽셀은 상기 픽셀의 다른 서브픽셀들의 서브픽셀 컬러들의 조합에 의해서 획득될 수 없는 서브픽셀 컬러를 생성하도록 의도된 것임 -을 제공하며, 상기 방법은 인간 시각 시스템의 표현을 제공하는 단계와, 상기 디스플레이 내에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀을 특성화하는 단계 - 상기 적어도 하나의 서브픽셀은 제1 서브픽셀 컬러를 생성하도록 의도되며, 상기 결함 서브픽셀은 다수의 비결함 서브픽셀들에 의해서 둘러싸임 -와, 상기 인간 시각 시스템의 표현 및 상기 적어도 하나의 결함 서브픽셀의 특성화에 따라 상기 다수의 비결함 서브픽셀들의 적어도 몇몇을 위한 구동 신호들을 유도하여 상기 인간 시각 시스템의 예상 응답을 상기 결함 서브픽셀들까지 최소화하는 단계와, 상기 유도된 구동 신호들을 가지고 상

기 다수의 비결함 서브픽셀들 중 적어도 몇몇을 구동하는 단계를 포함하고, 상기 결함 서브픽셀에 대한 상기 인간 시각 시스템의 응답을 최소화하는 단계는 다른 서브픽셀 컬러를 생성하도록 의도된 적어도 하나의 비결함 서브픽셀의 광 출력 값을 변경하는 단계를 포함하며, 상기 다른 서브픽셀 컬러는 상기 제1 서브픽셀 컬러와는 상이하다.

[0012] 결함 서브픽셀에 대하여 인간의 시각 시스템의 응답을 최소화하는 단계는, 상기 결함 서브픽셀과 동일 픽셀의 일부인 적어도 하나의 비결함 서브픽셀에 광 출력 편향을 도입하는 단계를 포함할 수 있다. 이에 의해, 결함 서브픽셀의 광 출력 편향은 결함 서브픽셀과 동일 서브픽셀 또는 비결함 상태에 있는 동일 특성을 갖는 유사한 서브픽셀의 광출력 간 광 출력의 차로서 정의된다. 상기 도입된 광 출력 편향은 결함 서브픽셀에 의해 기인한 광 출력 편향과 유사할 수 있다. 이것은 결함 서브픽셀의 광 출력 편향과 비결함 서브픽셀의 도입된 광 출력 편향은 50% 이하, 바람직하게는 20%이하, 보다 바람직하게는 10% 이하로 상이하며, 보다 바람직하게는 동일하거나 실질적으로 동일하다는 것을 의미한다.

[0013] 대안으로, 상기 광 출력 편향은 상기 픽셀의 총 광 출력이 결함 서브픽셀을 갖지 않는 픽셀의 총 광 출력과 실질적으로 동일하도록 될 수 있다. 이것은, 결함 서브픽셀을 갖지 않는 픽셀의 총 광 출력과 본 발명에 따라 정정된 결함 서브픽셀을 갖는 동일 픽셀의 총 광 출력이 50% 이하, 바람직하게는 20% 이하, 보다 바람직하게는 10%이하로 상이하고, 보다 바람직하게는 동일하다는 것을 의미한다.

[0014] 복수의 비결함 서브픽셀 중 적어도 일부에 대하여 구동 신호를 유도하는 단계는 상기 인간의 시각 시스템과 상기 디스플레이 간 거리, 상기 인간 시각 시스템과 상기 디스플레이 간 시청각 및 주위의 빗나간 광의 존재 중 적어도 하나에 대하여 정정을 함으로써 수행될 수 있다.

[0015] 디스플레이에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀을 특징짓는 단계는, 위치 및 개별 서브픽셀의 비선형 광 출력 응답을 특징짓는 특징 데이터를 저장하는 단계를 포함하고, 상기 특징 데이터는 개별 서브픽셀의 광 출력을 구동 신호의 함수로서 나타낸다.

[0016] 본 발명에 따른 방법은 서브픽셀로부터 캡쳐된 이미지로부터 특징 데이터를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 특징 데이터를 생성하는 단계는 디스플레이의 각 서브픽셀에 대한 특징 데이터를 나타내는 디스플레이 요소 프로파일 맵을 구축하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 인간 시각 시스템의 표현을 제공하는 단계는 인간 눈의 예상 응답을 서브픽셀에 적용된 자극으로 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 인간 눈의 예상 응답을 서브픽셀에 적용된 자극으로 계산하기 위해서는, 눈의 위상 전달 함수, 변조 전달 함수, 광 전달 함수, 라인 스프레드(spread) 함수, 퓨필(pupil) 함수 또는 포인트 스프레드 함수 중 임의의 함수가 사용될 수 있다. 이들 함수는 분석적으로, 예를 들면, Tailor, Seidel 또는 Zernike 다항식을 사용하여 또는 숫자로 설명될 수 있다.

[0018] 본 발명에 따른 방법에서, 결함 서브픽셀에 대한 인간 시각 시스템의 응답을 최소화할 때, 경계 조건이 고려될 수 있다.

[0019] 인간 시각 시스템의 응답을 최소화하는 단계는 실시간으로 또는 오프라인으로 실행될 수 있다.

[0020] 결함은 결함 서브픽셀에 의해 또는, 예를 들면, 서브픽셀 상에 또는 그 사이에 부착된 먼지 같은 내부 원인에 기인할 수 있다.

[0021] 제2 측면에서, 본 발명은 다수의 디스플레이 요소들을 포함하는 매트릭스에 존재하는 결함들의 시각적 효과를 감소시키며, 인간 시각 시스템에 의해서 보여지도록 의도되며, 인간 시각 시스템을 위한 제1 특성화 데이터가 제공되는 시스템을 제공하며, 상기 시스템은 상기 디스플레이에 존재하는 적어도 하나의 결함에 대한 제2 특성화 데이터를 생성하는 결함 특성화 장치- 상기 결함은 다수의 비결함 디스플레이 요소들에 의해서 둘러싸임 -와, 상기 제1 특성화 데이터 및 상기 제2 특성화 데이터에 따라 다수의 비결함 요소들 중 적어도 몇몇에 대한 구동 신호들을 유도하여 상기 결함에 대한 상기 인간 시각 시스템의 예상 응답을 최소화하는 정정 장치와, 상기 유도된 구동 신호들로 상기 다수의 비결함 디스플레이 요소들 중 적어도 몇몇을 구동하는 수단을 포함한다.

[0022] 추가적인 측면에서, 본 발명은 다수의 픽셀을 포함하는 매트릭스에 존재하는 결함들의 시각적 효과를 감소시키는 시스템- 상기 픽셀들은 적어도 3개의 서브픽셀들을 포함하며, 각각의 서브픽셀은 상기 픽셀의 다른 서브픽셀들의 상기 서브픽셀 컬러들의 선형 조합에 의해서는 획득될 수 없는 서브픽셀 컬러를 생성하도록 의도되며, 인간 시각 시스템에 의해서 보여지도록 의도되며, 인간 시각 시스템을 위한 제1 특성화 데이터가 제공됨 -을 제공

하며, 상기 시스템은 상기 디스플레이에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀에 대한 제2 특성화 데이터를 생성하는 결함 특성화 장치- 상기 결함 서브픽셀은 제1 서브픽셀 컬러를 생성하도록 의도되며, 다수의 비결함 서브픽셀들에 의해서 둘러싸임 -와, 상기 제1 특성화 데이터 및 상기 제2 특성화 데이터에 따라 다수의 비결함 서브픽셀들 중 적어도 몇몇에 대한 구동 신호들을 유도하여 상기 결함 서브픽셀에 대한 상기 인간 시각 시스템의 예상 응답을 최소화하는 정정 장치와, 상기 유도된 구동 신호들로 상기 다수의 비결함 서브픽셀들 중 적어도 몇몇을 구동하는 수단을 포함하고, 상기 정정 장치는 다른 서브픽셀 컬러를 생성하도록 의도되는 적어도 하나의 비결함 서브픽셀의 광 출력 값을 변경하는 수단을 포함하고, 상기 다른 서브픽셀 컬러는 상기 제1 서브픽셀 컬러와는 상이하다.

[0023] 상기 정정 수단은, 상기 결함 서브픽셀과 동일 픽셀의 일부인 적어도 하나의 비결함 서브픽셀에 광 출력 편향을 도입하는 수단을 포함할 수 있다. 상기 광 출력 편향은 결함 서브픽셀에 기인한 광 출력 편향과 유사할 수 있다. 이에 의해, 결함 서브픽셀의 광 출력 편향은 결함 서브픽셀과 동일 서브픽셀 또는 비결함 상태에 있는 동일 특성을 갖는 유사한 서브픽셀의 광 출력 간 광 출력의 차로서 정의된다. 본 발명의 실시예에 따라, 결함 서브픽셀의 광 출력 편향과 비결함 서브픽셀의 도입된 광 출력 편향은 50% 이하, 바람직하게는 20%이하, 보다 바람직하게는 10% 이하로 상이하며, 보다 바람직하게는 동일하거나 실질적으로 동일하다.

[0024] 대안으로, 상기 광 출력 편향은 상기 픽셀의 광 출력이 결함 서브픽셀을 갖지 않는 픽셀의 광 출력과 실질적으로 동일하도록 될 수 있다. 이것은, 결함 서브픽셀을 갖지 않는 픽셀의 총 광 출력과 본 발명에 따라 정정된 결함 서브픽셀을 갖는 동일 픽셀의 총 광 출력이 50% 이하, 바람직하게는 20% 이하, 보다 바람직하게는 10%이하로 상이하고, 보다 바람직하게는 동일하다는 것을 의미한다.

[0025] 구동 신호를 유도하는 정정 장치는, 인간의 시각 시스템과 상기 디스플레이 간 거리, 상기 인간 시각 시스템과 상기 디스플레이 간 시청각 및 주위의 빗나간 광의 존재 중 적어도 하나에 대하여 정정을 가하는 구동 신호를 유도하기 위해 적용될 수 있다. 결함 서브픽셀 특징화 장치는 디스플레이의 서브픽셀의 이미지를 생성하는 이미지 캡처링 장치를 포함할 수 있다. 결함 서브픽셀 특징화 장치는 또한 디스플레이의 개별 서브픽셀의 실제 위치를 식별하기 위한 서브픽셀 위치 식별 장치를 포함할 수 있다.

[0026] 본 발명에 따른 시스템에서, 제1 특징 데이터를 제공하기 위해, 인간의 눈의 응답을 서브픽셀에 적용된 자극으로 계산하는 계산 수단을 구비하는 비젼 특징화 장치가 제공될 수 있다.

[0027] 제3 측면에서, 본 발명은 인간 시각 시스템에 의해서 보여지도록 의도되는 이미지를 디스플레이하는 매트릭스 디스플레이 장치를 제공하며, 상기 매트릭스 디스플레이 장치는 복수의 디스플레이 구성요소들과, 인간 시각 시스템에 대한 제1 특성화 데이터를 저장하는 제1 메모리와, 상기 디스플레이 장치에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀에 대한 제2 특성화 데이터를 저장하는 제2 메모리와, 제1 특성화 데이터 및 제2 특성화 데이터에 따라 결함 서브픽셀을 둘러싸는 비결함 서브 픽셀들에 대한 구동 신호들을 변조하여 매트릭스 디스플레이 장치에 존재하는 결함 서브픽셀의 시각적 효과를 감소시키는 변조 장치를 포함한다.

[0028] 다른 측면에 따르면, 인간 시각 시스템(human vision system)에 보이는 영상을 표시하기 위한 매트릭스 표시 디바이스를 제공하는데, 매트릭스 표시 디바이스는,

[0029] 픽셀의 다른 서브픽셀의 서브픽셀 컬러의 선형 조합으로는 얻을 수 없는 서브픽셀 컬러를 각각 생성하기 위한 적어도 3개의 서브픽셀을 포함하는 복수의 픽셀,

[0030] 인간 시각 시스템에 대한 제1 특징 데이터를 저장하기 위한 제1 메모리,

[0031] 상기 표시 디바이스에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀-상기 결함 서브픽셀은 제1 서브픽셀 컬러를 생성함-에 대한 제2 특징 데이터를 저장하기 위한 제2 메모리,

[0032] 상기 결함 서브픽셀을 둘러싸는 양호한 서브픽셀에 대한 구동 신호를 상기 제1 특징 데이터 및 제2 특징 데이터에 따라 변조하여, 상기 매트릭스 표시 디바이스에 존재하는 결함 서브픽셀의 시각적인 영향을 줄이기 위한 변조 디바이스

[0033] 를 포함하고,

[0034] 상기 구동 신호의 변조는 또 다른 서브픽셀 컬러를 생성하는 적어도 하나의 양호한 서브픽셀의 광 출력 값을 변경하는 것을 포함하며, 상기 또 다른 서브픽셀 컬러는 상기 제1 서브픽셀 컬러와는 다르다.

[0035] 제1 및 제2 메모리는 물리적으로 동일한 메모리 디바이스일 수도 있다.

[0036] 제4 측면에 따르면, 본 발명은 인간 시각 시스템에 보이는 복수의 표시 요소를 포함하는 매트릭스 디스플레이에 존재하는 결함의 시각적인 영향을 줄이기 위한 시스템용 컨트롤 유닛을 제공하는데, 상기 컨트롤 유닛은,

[0037] 인간 시각 시스템에 대한 제1 특징 데이터를 저장하기 위한 제1 메모리,

[0038] 상기 디스플레이에 존재하는 적어도 하나의 결함에 대한 제2 특징 데이터를 저장하기 위한 제2 메모리, 및

[0039] 상기 결함을 둘러싸는 양호한 표시 요소에 대한 구동 신호를 상기 제1 특징 데이터 및 제2 특징 데이터에 따라 변조하여, 상기 결함의 시각적인 영향을 줄이기 위한 변조 디바이스

[0040] 를 포함한다.

[0041] 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 복수의 픽셀을 포함하는 매트릭스 디스플레이에 존재하는 결함의 시각적인 영향을 줄이기 위한 시스템용 컨트롤 유닛을 제공하는데, 상기 복수의 픽셀은, 픽셀의 다른 서브픽셀의 서브픽셀 컬러의 선형 조합으로는 얻을 수 없는 서브픽셀 컬러를 각각 생성하기 위한 적어도 3개의 서브픽셀을 포함하고, 인간 시각 시스템에 보이며, 상기 컨트롤 유닛은,

[0042] 인간 시각 시스템에 대한 제1 특징 데이터를 저장하기 위한 제1 메모리,

[0043] 상기 디스플레이에 존재하는 적어도 하나의 결함 서브픽셀-상기 결함 서브픽셀은 제1 서브픽셀 컬러를 생성함-에 대한 제2 특징 데이터를 저장하기 위한 제2 메모리,

[0044] 상기 결함 서브픽셀을 둘러싸는 양호한 서브픽셀에 대한 구동 신호를 상기 제1 특징 데이터 및 제2 특징 데이터에 따라 변조하여, 상기 결함 서브픽셀의 시각적인 영향을 줄이기 위한 변조 디바이스

[0045] 를 포함하고,

[0046] 상기 구동 신호의 변조는 또 다른 서브픽셀 컬러를 생성하는 적어도 하나의 양호한 서브픽셀의 광 출력 값을 변경하는 것을 포함하며, 상기 또 다른 서브픽셀 컬러는 상기 제1 서브픽셀 컬러와는 다르다.

[0047] 그래서 본 발명은 정상적인 사용 환경하에서는 매트릭스 디스플레이 내 결함 픽셀 및/또는 서브픽셀을 인간의 눈으로 볼 수 없게 함으로써 결함 픽셀 및/또는 서브픽셀의 문제점을 해결한다. 이는, 결함 픽셀 또는 서브픽셀 근처에 있는 양호한 픽셀 및/또는 서브픽셀의 구동 신호를 변경함으로써 이루어진다.

[0048] 이하의 설명에 있어서, 결함 픽셀을 마스크하는 데 이용하는 픽셀 또는 서브픽셀은 "마스킹 요소(masking element)"로 표현하고, 결함 픽셀 또는 서브픽셀은 "결함"으로 표현한다.

[0049] 결함 픽셀 또는 서브픽셀은 항상 동일한 휘도를 나타내는 픽셀, 즉 특정한 상태(이를테면, 항상 흑(black) 또는 항상 완전한 백(white) 상태이지만, 이에 한정하지는 않음) 및/또는 인가되는 구동 자극(drive stimulus)과는 상관없는 컬러 반응(color behavior)으로 남아있는 픽셀 또는 서브픽셀을 의미하거나, 디스플레이의 양호한 픽셀 또는 서브픽셀과 비교되는 심한 왜곡을 나타내는 휘도 또는 컬러 반응을 나타내는 픽셀 또는 서브픽셀을 의미한다. 예를 들어, 인가된 구동 신호에는 반응하지만, 인접한 픽셀의 휘도 반응(luminance behavior)과는 매우 다른 휘도 반응을 갖는 픽셀, 이를테면 주위의 픽셀보다 훨씬 어둡거나 밝은 픽셀은 결함 픽셀로서 간주할 수 있다.

[0050] 시각적으로 마스킹한다는 것은 디스플레이의 사용자에 대해 결함의 가시성(visibility) 및 부정적인 효과를 최소화한다는 것을 의미한다.

[0051] 본 발명은, 결함의 가시성을 최소화하기 위하여, 마스킹 요소에 대한 최적의 구동 신호를 계산할 수 있는 수학 모델을 개시한다. 모든 디스플레이 구성에 대해 동일한 알고리즘을 사용할 수 있는데, 이는 그 알고리즘이 디스플레이 특징을 기술하는 동일한 파라미터를 사용하기 때문이다. 인간의 눈에 기초한 수학 모델은 마스킹 요소의 최적 구동 신호를 계산하는 데 이용한다. 그 모델은 (결함 및 마스킹 픽셀에 대한 경우) 인가된 자극의 중첩에 대한 인간의 눈의 실제 응답을 계산하는 알고리즘을 기술한다. 이와 같은 방식으로, 마스킹 요소의 최적 구동 신호는 하나 이상의 변수를 갖는 함수의 수학적 최소화 문제로서 기술할 수 있다. 이 최소화 문제에 하나 이상의 경계 조건(boundary condition)을 부가하는 것이 가능하다. 여분의 경계 조건이 필요한 때의 예로는, 하나 이상의 마스킹 요소의 결함, 마스킹 요소의 가능한 구동 신호에 대한 제한, 마스킹 요소의 구동 신호에서의 의존성 등의 경우이다.

[0052] 본 발명은 결함 픽셀을 고칠 수는 없지만, 그 결함을 (거의) 안 보이게 하여 잘못된 영상 해석을 방지한다.

[0053] 본 발명의 다른 특징, 특성 및 장점은, 본 발명의 원리에 대한 예로서 도시한 첨부 도면 및 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 이와 같은 설명은 단지 예를 위한 것이고, 본 발명의 범위를 제한하지는 않는다. 이하에서 인용하는 참조 도면은 첨부한 도면을 의미한다.

실 시 예

[0063] 본 발명은 도면을 참조하여 특정 실시예에 관해 기술하지만, 본 발명은 그 실시예에 한정하는 것이 아니라 청구범위에 의해서만 한정한다. 설명하는 도면은 단지 개략적인 것이며, 이에 한정하지 않는다. 도면에서, 일부 요소의 크기는 과장될 수도 있고, 예시적인 목적을 위한 스케일로 도시하지 않을 수도 있다. 본 설명 및 청구범위에 사용하는 용어 "포함하다(comprising)"는 다른 요소 또는 단계를 제외하지는 않는다.

[0064] 본 설명에서, 용어 "수평적(horizontal)" 및 "수직적(vertical)"은 단지 설명을 용이하게 하기 위하여 좌표계를 제공하는 데 사용한다. 그 용어는 편리하게 수직 및 수평 방향으로서 간주하는 2개의 직교 방향을 갖는 좌표계를 의미한다. 그 용어는 디바이스의 실제 물리적인 방향을 의미할 필요는 없지만, 그 방향을 의미할 수도 있다. 특히, 수평 및 수직은 대응하고, 간단한 회전 및 90° 의 홀수배(odd multiple)에 의해 교환할 수 있다.

[0065] 매트릭스 어드레스형 디스플레이는 개별 디스플레이 요소를 포함한다. 디스플레이 요소 자체 또는 그룹 내의 디스플레이 요소는 임의의 영상을 표시 및 투영하도록 개별적으로 어드레스 지정할 수 있다. 본 설명에서, 용어 "디스플레이 요소(display element)"는 광 출력을 변조하는 어떤 형태의 요소, 예를 들어 광을 방사하거나, 광이 통과하거나, 광이 반사되는 요소를 포함한다는 점을 이해하게 된다. 용어 "디스플레이(display)"는 프로젝터를 포함한다. 그러므로 디스플레이 요소는 방사형, 투과형, 반사형 또는 투과반사형 디스플레이, 특히 고정된 포맷의 디스플레이의 개별적으로 어드레스 지정 가능한 요소일 수도 있다. 용어 "고정된 포맷(fixed format)"은 표시 또는 투영되는 어떤 영상의 영역은 디스플레이 또는 프로젝터의 부분과 예를 들어 1 대 1의 관계가 있다는 사실에 관한 것이다. 디스플레이 요소는, 예를 들어 그레이스케일 LCD 내 픽셀뿐만 아니라 서브픽셀, 하나의 픽셀을 형성하는 복수의 서브픽셀일 수도 있다. 예를 들어 상이한 컬러를 갖는 3개의 서브픽셀, 예컨대 레드 서브픽셀, 그린 서브픽셀 및 블루 서브픽셀은 LCD와 같은 컬러 디스플레이 내 하나의 픽셀로부터 생길 수도 있다. 그 역(contrary)이 명백하게 설명되지 않는다면, 단어 픽셀이 사용될 때마다, 서브픽셀에 대해서도 동일하게 유지할 수도 있다는 점을 이해하게 된다.

[0066] 본 발명은 평면 패널 디스플레이를 참조하여 설명하지만, 이에 한정하지 않는다. 평면 패널 디스플레이는 정확하게 평평할 필요는 없지만, 굴곡이 있는 형태의 패널을 포함한다는 점을 이해하게 된다. 평면 패널 디스플레이는 작은 영역을 통해 각각 광을 제공 또는 제어하는 "셀(cell)" 또는 "픽셀(pixel)"의 매트릭스 또는 배열을 포함한다는 점에서 음극선 튜브(cathode ray tube)와 같은 디스플레이와는 다르다. 이러한 종류의 어레이들을 고정된 포맷 어레이들이라 지칭한다. 표시되는 영상의 픽셀과 디스플레이의 셀 간에는 관계가 있다. 일반적으로는 1 대 1 관계이다. 각 셀은 개별적으로 어드레스 지정 및 구동될 수도 있다. 본 발명은 평면 패널 디스플레이가 능동형 또는 수동형 매트릭스 디바이스인지 여부에 대해서는 한정하지 않는다. 일반적으로 셀은 행 및 열로 배열되지만, 본 발명은 이에 한정하지 않고, 다른 배열, 예를 들어 극형(polar) 또는 6각형(hexagonal)을 포함할 수도 있다. 본 발명은 주로 액정 디스플레이에 관해 기술하지만, 다른 타입의 평면 패널 디스플레이, 예컨대 플라스마 디스플레이, 전계 효과 디스플레이, EL 디스플레이, OLED 디스플레이 등에 폭넓게 적용할 수 있다. 특히, 본 발명은 광 방사형 요소의 배열을 갖는 디스플레이뿐만 아니라, 각 디바이스가 수많은 개별 요소로 구성되는 광 방사형 디바이스의 배열을 갖는 디스플레이에 관한 것이다. 디스플레이는 방사형, 투과형, 반사형 또는 투과반사형 디스플레이일 수도 있다.

[0067] 또한, 본 발명은 어레이의 픽셀 요소를 어드레스 지정 및 구동하는 방법에 한정하지 않는다. 통상적으로, 각 픽셀 요소는 배선에 의해 어드레스 지정되지만, 알려진 다른 방법, 예를 들어 플라스마 방전 어드레싱(US-6,089,739호에 개시) 또는 CRT 어드레싱을 본 발명에 사용할 수 있다.

[0068] 매트릭스 어드레스형 디스플레이(12)는 개별 픽셀(14)을 포함한다. 이러한 픽셀(14)은 모든 종류의 모양, 예를 들어 문자의 형태를 취할 수 있다. 도 1(a) 내지 도 2(b)에 도시한 매트릭스 디스플레이(12)의 예는 수평 행 및 수직 열로 배열된 직사각형 또는 정사각형 픽셀을 구비한다. 도 1(a)는 동등하게 구동될 때 모든 픽셀(14)에서 동일한 휘도 응답을 갖는 완전한 디스플레이(12)의 영상을 나타낸다. 동일한 신호로 구동되는 모든 픽셀(14)은 동일한 휘도를 나타낸다. 대조적으로, 도 1(b)는 디스플레이(12)의 영상을 나타내는데, 디스플레이(12)의 픽셀(14)은 동일한 신호에 의해 구동되지만, 상이한 그레이 값에 의해 알 수 있는 것처럼, 픽셀(14)은 서로 다른 휘도를 나타낸다. 도 1(b)의 디스플레이(12) 내 픽셀(16)은 결함 픽셀이다. 도 1(b)는 항상 중간 픽

셀 상태인 결함 픽셀(16)을 구비한 단색 픽셀 구조를 도시한다.

[0069] 도 2(a)는 컬러 LCD 디스플레이(12)의 통상적인 RGB 스트라이프 픽셀을 도시하는데, 하나의 픽셀(14)은 스트라이프 순서대로 3개의 컬러 서브픽셀(20,21,22)을 포함한다. 이러한 3개의 서브픽셀(20,21,22)은 컬러 영상을 생성하도록 개별적으로 구동된다. 도 2(a)에는 2개의 결함 서브픽셀, 항상 오프 되어 있는 결함 레드 서브픽셀(24) 및 항상 완전하게 온 되어 있는 결함 그린 서브픽셀(25)이 존재한다.

[0070] 도 2(b)는 흔히 고해상도 단색 디스플레이용으로 사용하는 비대칭 픽셀 구조를 도시한다. 도 2(b)에서 하나의 단색 픽셀(14)은 3개의 단색 서브픽셀을 포함한다. 패널 타입 및 구동 전자제품에 따라 픽셀의 3개 서브픽셀 단위로서 또는 개별적으로 구동된다. 도 2(b)는 3개의 픽셀 결함, 즉 동일한 픽셀(14) 내에 위치하는 "항상 온(always on)" 상태인 완전한 결함 픽셀(16) 및 "항상 오프(always off)" 상태인 2개의 결함 픽셀(27,28)을 도시한다.

[0071] 픽셀(14)의 휘도 차의 공간적 분포는 임의적일 수 있다. 많은 기술로 인하여, 이와 같은 분포는 픽셀에 인가되는 구동의 함수로서 변하여, 픽셀(14)에 대한 상이한 관계를 나타낸다는 점을 또한 알게 된다. 낮은 휘도를 야기하는 낮은 구동 신호의 경우, 공간 분포 패턴은 더 높은 구동 신호에서의 패턴과 다를 수 있다.

[0072] 눈, 특히 인간 눈의 광학계(optical system)는 3개의 주요 성분, 즉 각막, 홍채 및 정정채를 포함한다. 각막은 눈의 투명한 외부 표면이다. 눈동자는 망막에 도달하는 빛의 양을 제한하고, 눈의 광학계의 개구수(numerical aperture)를 변경한다. 정정채를 긴장시킴으로써, 눈은 근처 및 멀리에 있는 물체 둘 다에 초점을 모을 수 있다. 눈의 광학계는 매우 복잡하지만, 영상 형성의 프로세스는 "블랙 박스(black-box)" 접근법을 이용함으로써 단순화할 수 있다. 블랙박스의 반응은 복잡한 퓨필 함수(pupil function)에 의해 기술할 수 있다.

[0073] $$P(x,y) \cdot \exp[-i(2\pi/\lambda) \cdot W(x,y)]$$

[0074] 이 공식에서 i는 $\sqrt{-1}$을 나타내고, λ는 빛의 파장이다. 퓨필 함수는 2개의 부분, 즉 블랙박스의 모양, 크기 및 투과를 정의하는 진폭 성분 P(x,y)와, 블랙박스를 통과한 후 빛의 위상이 어떻게 변하는지를 정의하는 파면 수차(wave aberration)를 포함한다.

[0075] 빛(눈의 경우에는 블랙박스를 통과함)의 특성이 알려지면, 영상 형성 프로세스는 포인트 스프레드 함수(PSF)에 의해 기술할 수 있다. PSF는 블랙박스에 의해 형성된 점광원의 영상을 기술한다. 인간의 정정채를 포함한 대부분의 정정채는 완전한 광학계가 아니다. 그 결과, 시각적인 자극이 각막 및 정정채를 통과할 때, 그 자극은 어느 정도 퇴화 또는 왜곡된다. 이와 같은 퇴화 또는 왜곡은 매우 작은 광점(dot of light), 즉 점을 정정채를 통해 투영함으로써 나타낼 수 있다. 이와 같은 점의 영상은 본래의 영상과 동일하지 않은데, 이는 정정채가 약간 침침(blur)해지기 때문이다.

[0076] 눈의 PSF는 프라운호퍼 근사화를 이용하여 계산할 수 있다.

[0077] $$PSF(x',y') = K \cdot \left| FT\{P(x,y) \cdot \exp[-i(2\pi/\lambda) W(x,y)]\} \right|^2$$

[0078] 여기서, FT는 일반적으로 F(x',y')=FT{f(x,y)}로서 표기하는 2차원 퓨리에 변환을 나타낸고, K는 상수이다. ?는 절대값 연산자(modulus operator)를 나타낸다. 인간 눈의 경우, PSF는 망막상의 점광원 영상을 기술한다. 완전한 물체를 기술하기 위하여, 물체를 (잠재적으로 매우 큰 수 도는 무한 수) 점광원의 조합 또는 매트릭스로서 간주할 수 있다. 다음으로, 이러한 점광원 각각은 동일한 PSF에 의해 기술되는 바와 같이 망막에 투영된다(엄밀히 말하면, 이와 같은 접근법은 물체가 작고, 단일 파장으로 구성되는 경우에만 유효하다). 수학적으로, 이는 콘볼루션(convolution)에 의해 기술할 수 있다.

[0079] $$I(x',y') = PSF \otimes O(x',y')$$

[0080] 여기서, I(x',y')은 망막상의 영상이고, PSF는 포인트 스프레드 함수이며, O(x',y')는 영상 면에서의 물체를 나타낸다. 통상적으로, 이와 같은 콘볼루션은, PSF 및 물체 둘 다의 퓨리에 변환을 곱한 다음, 그 결과에 역 퓨리에 변환을 적용함으로써 퓨리에 도메인에서 계산한다.

[0081] 파면 수차 W(x,y)를 일련의 다항식에 의해 수학적으로 기술하는 것은 비전 애플리케이션에서는 공통적이다. 흔히 Seidel 다항식을 사용하지만, Taylor 다항식 및 Zernike 다항식도 또한 공통으로 선택한다. 특히, Zernike 다항식은 파면 수차 분석을 더욱 용이하게 하는 흥미로운 특성이 있다. 흔히, 알려지지 않은 파면 수차는 Zernike 다항식에 의해 근사화되는데, 다항식의 계수는 통상적으로 최소 자승 적합법(least square fit)을 수행

함으로써 결정된다.

[0082] 본 발명에 있어서, 컴플렉스 퓨필 함수(complex pupil function) 또는 PSF가 설명되는 방법과 관련하여 본 발명에 대해 어떠한 제한도 고려되지 않는다. 이것은 일정 지점에서의 함수값을 설명함으로써 분석적으로 (예를 들어,표준 다항식 또는 임의의 다른 적합한 분석 방법에 의해 데카르트 또는 극 좌표에서의 수학 함수에 국한되지는 않음) 또는 수치적으로 행해질 수 있다. 또한, (PSF 대신에) '동 함수(또는 수차)', 'LSF(Line Spread Function)', 'OTF(Optical Transfer Function)', 'MTF(Modulation Transfer Function)' 및 'PTF(Phase Transfer Function)'와 같은 광학 시스템의 다른 (대등한) 표현을 이용하는 것도 가능한데, 이에 국한되지는 않는다. 하나의 형식을 다른 형식으로 변환 가능하도록 모든 이러한 표현 방법들 간에는 명백한 수학적 관련성이 존재한다. 도 3a는 렌즈가 회절만이 제한되는 것으로 고려되는 경우의 분석적 PSF를 도시하고 있다. PSF가 명확히 단일 포인트가 아니고, 즉 포인트 소스의 이미지가 하나의 포인트가 아니며, 회절 제한 PSF의 중앙 존이 에어리 디스크로 지칭된다는 점에 유의해야 한다. 도 3b 및 도 3c는 테스트 객체에 대해 측정된 (수치적) PSF들을 도시하고 있다. PSF가 하나의 포인트가 아나라는 점을 다시 한번 볼 수 있다.

[0083] 광학 시스템 각각의 PSF가 다를 수 있기 때문에, 본 발명에 따른 정정은 그 사용자에게 특정한 눈의 특성 및 PSF들을 이용하여 사용자에게 특정하게 행해질 수 있다.

[0084] 광학 시스템의 PSF에 기반하여, 본 발명의 일 측면에 따르면, 결함 픽셀에 대한 눈의 반응 또는 기대 반응은 수학적으로 설명될 수 있다. 따라서, 결함 픽셀은 그 시간에 결함 위치에서 디스플레이되어야 하는 이미지 데이터 및 결함 그 자체에 의존하는 "에러 휘도"값을 갖는 포인트 소스로 취급된다. 예를 들어, 결함 픽셀이 휘도값 23을 갖도록 구동되지만, 결함으로 인해 휘도값 3을 출력한다면, 이 결함은 에러 휘도값 -20을 갖는 포인트 소스로 취급된다. 이 에러 휘도값은 양 및 음의 값 모두를 가질 수 있다는 점에 유의해야 한다. 일정한 시간 후에, 이와 동일한 결함 픽셀이 휘도값 1을 보이도록 구동되지만, 그 결함으로 인해 여전히 휘도값 3을 보인다고 가정하면, 이와 동일한 결함 픽셀은 에러 휘도값 +2를 갖는 포인트 소스로 취급될 것이다.

[0085] 상술한 바와 같이, 특정한 에러 휘도값을 갖는 이러한 포인트 소스는 PSF에 의해 설명되는 바와 같이 결과적으로 눈의 반응이 될 것이다. 이 반응이 전형적으로 단일 포인트가 아니기 때문에, 결함 픽셀에 인접한 픽셀들 및/또는 서브픽셀들을 이용하여 얼마간의 이미지 개선을 제공하는 것이 가능하다. 이러한 인접 픽셀들은 마스킹 픽셀로 지칭되며, 결함 픽셀에 대한 눈의 반응을 최소화하는 식으로 구동될 수 있다. 본 발명에 따르면, 이것은 마스킹 픽셀의 이미지와 결함 픽셀의 이미지의 중첩이 결과적으로 인간의 눈에 적게 반응하거나 혹은 최소 반응하도록 마스킹 픽셀의 구동 신호를 변경함으로써 달성된다. 수학적으로, 이것은 다음과 같이 표현될 수 있다, 즉

수학식 1

$$[C_1, C_2, \ldots, C_n] = \min_{c1,c2,\ldots cn}\left\{\int_{-\infty-\infty}^{+\infty+\infty} \cos tfunction \begin{bmatrix} C_1.PSF(x'-x1', y'-y1') + \\ C_2.PSF(x'-x2', y'-y2') + \ldots + \\ C_n.PSF(x'-xn', y'-yn') + \\ E.PSF(x', y'), x', y' \end{bmatrix} dx'dy'\right\}$$

[0086]

[0087] 으로, 여기서 C1, ..., Cn은 결함에 대한 최소 눈의 반응을 얻기 위해 상대 위치(x1, y1), (x2, y2), ..., (xn, yn)을 갖는 마스킹 픽셀 M1, ..., Mn에 중첩되어야 하는 휘도값들이다. 함수 costfunction(v, x', y')는 위치(x', y')에서의 눈의 반응으로부터 "패널티" 값을 계산한다. 몇몇 실시예들(이에 국한되지는 않음)에서는 costfunction(v, x', y') = v^2, costfunction(v, x', y') = abs(v), costfunction(v, x', y') = $v^2/(sqrt(x'^2+y'^2))$이다. 데카르트 좌표 시스템(x', y')('를 가짐)이 결함의 PSF(x', y')의 중앙이 되는 원점을 갖는 망막상의 이미지 면에서 규정된다는 점에 유의해야 한다. 데카르트 좌표 시스템(x, y)는 (x, y)가 결함에 대한 마스킹 픽셀의 위치를 나타내는 디스플레이의 오브젝트 면에서 규정된다. 이러한 두 좌표 시스템들 간의 관계는 (x', y') = (C*x, C*y)로 표현될 수 있는데, 여기서 C는 (특히 오브젝트 거리에 의존하는) 이미지 면에서의 배율을 규정하는 상수이다. 도 4a는 어떠한 마스킹도 적용되지 않는 경우에 이미지 면에서의 단일 결함 픽셀에 대한 눈의 반응을 보여주고 있다. 도 4b는 (결함 픽셀에 인접한) 24 마스킹 픽셀을 이용한 마스킹이 적용된 후의 동일한 결함 픽셀에 대한 눈의 반응을 보여주고 있다. 도 4c는 마스킹 픽셀 및 결함 픽셀의 이미지 면에서의 PSF들의 중앙 위치(중앙 포인트)를 도시하고 있다. 이러한 시뮬레이션은 회절 제한 PSF로 수행되었으며, 최소화는 최소 제곱 에러 방법을 이용하여 수치적으로 행해졌다.

[0088] 본 발명은 상술한 바에 이용된 데카르트 좌표 시스템과 같은 임의의 특정한 좌표 시스템에 국한되지 않으며, 다른 시스템들, 예컨대 극 좌표 시스템(이에 국한되지 않음) 또한 가능하다.

[0089] 본 발명에 따르면, 마스킹 픽셀의 최적 정정 휘도를 찾아내는 문제는 잘 이해되는 최소화 문제로 바뀐다. 이러한 수학적 설명은 매우 일반적인 것으로, 마스킹 픽셀들의 수 또는 마스킹 픽셀들의 위치에 대해 어떠한 제한도 부과하지 않는다는 점에 유의해야 한다. 또한, 이 픽셀들은 임의의 특정한 픽셀 구조로 배치될 필요가 없으며, 그 알고리즘은 모든 가능한 픽셀 구성을 처리할 수 있다. 그리고, 결함 자체는 반드시 하나의 픽셀 위치에 위치할 필요가 없는데, 예를 들어 두 개의 픽셀들 사이의 약간의 먼지가 영구적으로 선명한 반점을 발생시킬 수 있다.

[0090] 상술한 알고리즘은 결함에 대한 눈의 반응을 최소화하기 위해 마스킹 픽셀에 관한 최적 구동 신호를 계산하는 일반적인 방법을 설명하고 있다.

[0091] 하지만, 실제로는, 상술한 알고리즘에 추가되는 것이 필요할 수 있는 몇몇 특별한 경우가 존재한다.

[0092] 첫 번째 특별한 경우는 픽셀들이 개별적으로 구동될 수 없고 그룹으로 구동될 때이다. 예를 들어, 고해상도 단색 LCD는, 하나의 단색 픽셀이 도 2b에 도시된 바와 같이 동일하게 그리고 동시에 구동되는 세 개의 단색 서브픽셀로 구성되는, 픽셀 구조를 흔히 갖는다. 이와 같은 경우에, 경계 조건은 이 구동 방법을 고려하기 위해 해결해야 할 최소화 문제에 적용될 필요가 있다. 동일하게 그리고 동시에 구동되는 세 개의 서브픽셀의 경우에, 경계 조건은, 동일한 픽셀내에서 동시에 구동되는 서브픽셀들 각각의 정정 계수가 동일한 값을 가져야 한다는 것을 나타내야 한다.

[0093] 두 번째 특별한 경우는 필셀들이 제한된 구동 범위를 가질 때에 발생한다. 상술한 정정 알고리즘이 결과적으로 픽셀의 휘도 범위 밖에 놓인 마스킹 픽셀에 대해 필요한 휘도값이 되는 것도 가능하다. 모든 픽셀의 구동값을 제한하는 경계 조건을 삽입함으로써 이러한 문제를 해결한다. 이러한 유형의 경계 조건은

[0094] LL <= 픽셀값 + 정정값 <= UL로 모든 마스킹 픽셀에 대해 나타내질 수 있다. 이 표현에서, LL은 픽셀의 구동 하한이고, UL은 구동 상한이다. "픽셀값"은 픽셀의 정규(정정되지 않은) 픽셀값이고, "정정값"은 그 마스킹 픽셀에 대한 계산된 정정값이다.

[0095] 또한, 마스킹 픽셀의 최종 구동값이 정수가 되어야 하는 요건은 이용될 경계 조건일 수 있다.

[0096] 세 번째 특별한 경우는 하나의 특정한 결함에 대한 모든 마스킹 픽셀을 포함하는 작은 영역에 다수의 결함이 존재할 때에 발생한다. 이 경우에, 필요한 값을 모든 마스킹 픽셀에 할당하지 못할 수도 있다. 이 경우에는, 수학적인 기재를 다시 나타내야 하며, 결함들 중 하나는 이미지 면과 오브젝트 면 좌표 시스템 모두의 중앙으로 선택되어야 한다. 그 후에, 알고리즘은 다음의 식, 즉

[0097]
$$[C1,C2,\ldots,Cn]=\min_{C1,\ldots,Cn}\left\{\int_{-\infty-\infty}^{+\infty+\infty}\cos tfunction\begin{pmatrix}C1.PSF(x'-x1',y'-y1')+\ldots\\+Cn.PSF(x'-xn',y'-yn')\\+E1.PSF(x',y')\\+E2.PSF(x'-ex2',y'-ey2')\\+\ldots+Em.PSF(x'-exm',y'-eym')\end{pmatrix}dx'dy'\right\}$$

[0098] 에서 보이는 바와 같이 결함들 모두, 및 이 영역에서 마스킹 픽셀로 이용되는 모두에 대한 총 반응을 최소화해야 하고, 위 식에서 C1, ..., Cn은 마스킹 픽셀에 충첩될 정정값이며, E1, ..., Em은 인접 결함들의 에러 휘도값이다. 이 경우에, 결함 1이 원점으로 선택되었다는 점에 유의해야 한다.

[0099] 네 번째 특별한 경우는 필셀들(또는 결함들)이 포인트 소스들에 의해 더 이상 모델링될 수 없을 정도로 커질 때에 발생한다. 이를 해결하기 위해, 결함은 (가능한 무한) 수의 포인트 소스들로서 모델링되어야 한다. 픽셀이 두 개의 도메인으로 구성되는 이중 도메인의 IPS(in-plane switching) LCD 패널이 일례가 될 수 있다. 이러한 픽셀들은 반드시 동일한 휘도값을 가질 필요가 없는 두 개 이상의 포인트 소스들에 의해 모델링될 수 있다. 도 5a는 각기 세 개의 서브픽셀(51)을 가지고, 각각의 서브픽셀(51)이 두 개의 도메인(52, 53)을 갖는 9개의 픽셀(50)을 도시하고 있다. 도 5b는 하나의 픽셀(50)을 상세히 도시하고 있다. 이 경우에, 각각의 픽셀(50)을 6개의 포인트 소스들의 중첩으로 취급하는 것이 필요할 수 있다. 픽셀(50)이 단일 유닛으로 구동될 수 있기 때문에, 경계 조건은 각각의 픽셀(50)의 6개의 정정 계수들이 동일해야 한다는 점을 나타낼 필요가 있다.

[0100] 상술한 알고리즘은 휘도값을 이용하지만, 구동값을 이용하지는 않는다. 하지만, 전형적인 디스플레이는 픽셀의 구동 레벨과 결과적인 휘도값 간에 선형 관계를 갖지 않는다. 따라서, 실제 디스플레이 시스템에서, 계산된 휘

도 정정은 필요한 구동 레벨 정정으로 변환되어야 한다. 일반적으로, 디스플레이 시스템은 특정한 감마 곡선을 갖는 패널에 접속된 하나 이상의 룩업 테이블(LUT)을 구비하고 있다. 휘도값으로부터 구동값으로의 변환은 간단히 역산을 적용한다. 정정이 적용될 정확한 위치에 따라, LUT 변환이 필요하거나 또는 필요하지 않을 수도 있다는 점에 유의해야 한다. 도 6은 구동 레벨로부터 결과적인 휘도 레벨로의 전형적인 변환을 보여주고 있다.

[0101] 본 발명의 상술한 실시예들 모두는 단색 디스플레이에 관련된다. 컬러 디스플레이의 경우에는, 정정을 계산하는 세 가지 가능성이 있다.

[0102] 제 1 방법은 결함 서브픽셀과 동일한 컬러의 마스킹 서브픽셀만을 이용하는 것이다. 이 방법은 간단하지만, 결함 픽셀 및 마스킹 픽셀의 컬러값이 변할 수 있기 때문에 시각적인 컬러 시프트를 삽입할 수 있다.

[0103] 따라서, 제 2 방법이 제안되는데, 이 방법에 따르면, 결함 픽셀 및 마스킹 픽셀의 컬러 포인트 또는 컬러 좌표가 약간 변하거나 또는 전혀 변하지 않도록 의사 결함(artificial defect)을 삽입한다. 예를 들어, RGB 서브픽셀을 갖는 컬러 패널에서, 특정한 R 서브픽셀이 결함이 있어 이 픽셀의 컬러 포인트가 정확하지 않다고 가정하면, 본 방법의 실시예에 따르면, 결함 픽셀의 컬러 포인트 또는 컬러 좌표가 가능한 많이 정확히 남아 있도록 (다만, 휘도값은 정확하지 않음), 의사 G- 및 B- 결함 서브픽셀이 삽입된다. 남아있는 서브픽셀로 컬러 포인트를 완전히 정정하는 것이 언제나 가능하지는 않다는 점에 유의해야 한다. 이 방법에 대해 다시 말하면, 두 개의 남아있는 비결함 서브픽셀의 구동값은, 단일 유닛으로서 픽셀의 컬러 포인트가 가능한 정확한 값에 가까이 남아 있도록 변할 것이다. 당업자들이라면, 각각의 서브픽셀 타입(예를 들어, 도 2a에서와 같이 컬러 디스플레이인 경우에 적색, 녹색 및 청색 서브픽셀)의 (Y, x, y) 좌표가 이용가능하다면, 이것을 행하기 쉽다는 것을 알 것이다. Y가 세기이고, x, y가 색도 좌표인, (Y, x, y) 좌표는 서브픽셀 타입들 각각 및 하나 이상의 구동 레벨에 대해 쉽게 측정될 수 있다. 그 후에, 마스킹 픽셀은 각각의 컬러에 대한 정규 최소화 문제로 독립적으로 계산되며, 의사 결함은 실제 결함으로 취급된다.

[0104] 인간의 눈이 색도 차이보다 세기 차이에 더 민감하다고 알려져 있다. 따라서, 제 3 방법은 컬러 포인트 에러가 결함으로 인한 세기 에러를 가능한 작게 유지하게 하는 것이다. 이것은 눈의 세기 반응만을 최소화하거나 또는 눈의 세기 반응을 주로 최소화함으로써 달성될 수 있다. 이 경우에, 남아있는 비결함 서브픽셀들을 구동시키기 위한 구동 신호는, 단일 유닛으로서 픽셀의 휘도 세기 에러가 가능한 작아지는 식으로 변할 것이지만, 단일 유닛으로서 픽셀의 컬러는 디스플레이되도록 원래 의도된 컬러로부터 벗어날 수 있다. 이것은, 각각의 서브픽셀 타입(예를 들어, 도 2a에서와 같이 컬러 디스플레이인 경우에 적색, 녹색 및 청색 서브픽셀)의 (Y, x, y) 좌표가 이용가능하다면, 행해지기 쉽다. 또한, 이것은, 이 경우에 가상 결함이 삽입되어 색조 에러를 더 크게 할 것이지만 세기 에러를 최소화한다는 점을 의미한다. 예컨대, 적색 및 청색 서브픽셀이 구동 신호의 동일 레벨에서 녹색 서브픽셀보다 더 작은 세기값을 갖는다고 알려져 있다. 녹색 서브픽셀이 결함이 있다면, 본 발명의 실시예에 따라, 적색 및 청색 서브픽셀은 더 높은 세기 레벨을 갖도록 구동될 것이다.

[0105] 물론, 상술한 세 가지 방법을 혼합하는 것도 또한 가능하다. 이것은, 예를 들어 세기 및 컬러 온도 에러 모두를 동시에 제한하는 것이 목표지만, 이들 중 하나가 나머지보다 더 중요한 경우에 바람직할 수 있다.

[0106] 일반적으로, PSF가 (약간은) 파장 의존성이라는 점에 유의해야 한다. 그래서, 상이한 PSF가 각각의 서브픽셀 컬러에 이용될 수 있다. 도 7a는 디스플레이(70)에 존재하는 실제의 녹색 결함 서브픽셀(71)을 도시하고 있다. 도 7b는 동일한 녹색 결함 서브픽셀(70), 및 그 픽셀의 정확한 컬러 좌표를 유지하기 위해 삽입된 의사 적색 및 청색 결함 서브픽셀(72, 73)을 도시하고 있다. 의사 결함 픽셀(72, 73)은 디스플레이에 실제로 존재하지 않지만, 이러한 픽셀들의 구동 레벨을 바꿈으로써 삽입된다. 도 7b의 경우에, 최소화 문제는 세 개의 결함 서브픽셀들, 즉 하나는 실제의 결함 서브픽셀(71)이고, 두 개는 의사적으로 삽입된 결함 서브픽셀(72, 73)을 기반으로 해결될 것이다.

[0107] 회절 제한 광학 시스템의 PSF는 (극 좌표에서) 다음과 같이, 즉

[0108] $$PSF(r') = \left[2 \cdot \frac{J1(r')}{r'}\right]^2$$

[0109] 로 주어지고, J1은 제 1 형의 베셀 함수이며, r'는

[0110] $$r' = \frac{\pi D}{\lambda f} \cdot r$$

[0111] 으로 주어지는데, 여기서 D는 개구 직경이고, f는 초점 길이이며, λ는 광의 파장이다. 이것은 정확한 PSF가

눈의 홍채 직경에 의존한다는 것을 의미한다. 따라서, 인접 결함 및/또는 그 환경의 평균 휘도값과 같은 디스플레이의 일정 부분 또는 디스플레이의 평균 휘도값에 따라 계산하는데 이용되는 PSF를 적응하도록 개선할 수 있다.

[0112] 이런 식으로, 본 방법은, 예를 들어 디스플레이와의 거리 또는 시청 각도와 같은, 디스플레이 및 디스플레이 결함에 대한 인간의 가시 시스템의 위치에 관한 정보를 고려하게 하며, 또한 환경적인 미광 세기를 고려하게 한다.

[0113] 계산을 간소화하기 위해, 알고리즘에 대한 몇 가지 변경이 행해질 수 있다.

[0114] 첫 번째 가능한 변경은 수학식 1에서의 적분을 결함 주변의 제한 영역으로 한정하는 것이다. 이것은, costfunction의 결과(및 PSF의 값)가 일반적으로 결함으로부터의 거리가 증가함에 따라 매우 빠르게 감소하기 때문에, 가능하다. 대칭성 PSF가 이용되거나 또는 픽셀 구조가 대칭성이라면, 몇몇 경계 조건들을 마스킹 픽셀의 정정값에 적용하는 것이 흔히 가능하다. 예컨대, 포인트-대칭성 PSF 및 포인트 대칭성 픽셀 구조의 경우에, 마스킹 픽셀에 대해 필요한 정정값 또한 포인트 대칭성을 보일 것이라는 점은 명백하다.

[0115] 다른 가능한 변화는 소정의 영역에 대한 적분을 그러한 영역 내의 특정 지점들에 대한 합으로 근사화하는 것일 수 있다. 이것은 통상적으로 수학에서 이용된다. 계산 시간이 매우 중요한 경우에는, (PSF(r')에 의해 PSF(x',y')을 변환 또는 근사화함으로써)2차원 최소화 문제가 1차원 문제로 변환되거나 근사화될 수 있다.

[0116] 본 발명에 따른 결함의 시각적인 마스킹은 소프트웨어와 하드웨어 모두로 행해질 수 있다. 정정은 전술한 바와 같은 본 발명의 임의의 정정 체계에 근거하여 이미지를 사전 정정된 이미지로 변환한다. 정정이 행해질 수 있는 몇몇 가능한 구현이 도 8에 도시되어 있으며, 이는 실시간 정정 시스템을 위한 가능한 위치들을 나타낸다. (1)에 의해서 나타난 바와 같이, 픽셀 정정은 호스트 컴퓨터의 CPU에 의해서 예컨대 그래픽 카드의 구동기 코드로, 또는 특정 애플리케이션으로, 뷰잉 애플리케이션에 내장되어 행해질 수 있을 것이다. 이와 달리, (2) 및 (3)에 의해서 나타난 바와 같이, 픽셀 정정은 그래픽 카드에서 하드웨어 또는 펌웨어로 행해질 수 있을 것이다. 또 다른 실시예에 다르면, (4) 및 (5)에 의해 도시된 바와 같이, 픽셀 정정은 디스플레이에서 하드웨어 또는 펌웨어로 행해질 수 있을 것이다. 또한, 또 다른 실시예에 따르면, (6)에 의해 나타난 바와 같이, 픽셀 정정은 그래픽 카드와 디스플레이 사이에 전송된 신호 상에, 데이터 경로 상의 어딘가에서 행해질 수 있을 것이다.

[0117] 본 발명의 실시예들에 따른 정정 알고리즘은 (적어도 디스플레이의 프레임 레이트로)실시간으로 또는 (다시, 특정 시간에서 또는 디스플레이 플레임 레이트보다 낮은 프레임 레이트로)오프라인으로도 실행될 수 있음에 주목하여야 한다.

[0118] 본 발명의 2개의 주된 애플리케이션을 가진다. 1) 디스플레이의 사용자가 결함을 가지는 픽셀을 디스플레이되는 이미지 내에 존재하는 실제 신호로 오판하는 것을 회피하는 것. 특히, 예컨대 방사선 촬영의 경우는 방사선 촬영자가 결함을 실제 존재하는 것으로 취급하도록 할 수 있으며, 이것은 진한의질에 대한 가능한 . 취급일 수 있다. 그리고, 2) 사용자의 가능한 새로운 디스플레이가 하나 이상의 매우 가시적인 픽셀 결함을 나타내기 때문에 사용자의 실패를 회피하는 것.

[0119] 본 발명에 따른 장치는 시각 측정 시스템, 매트릭스 어드레스 디스플레이의 개별적인 픽셀들의 자동화된 전자 시각에 대한 셋업, 즉 (디스플레이의 타입에 따라) 개별적인 픽셀들(14)로부터 방사되거나 반사된 광 출력, 예컨대 휘도를 측정하는 시스템을 포함한다. 시각 측정 시스템은, 예컨대 플랫 베드 스케너 또는 고해상도 CCD 카메라와 같은 이미지 캡쳐 장치와, 가능하게는 이미지 캡쳐 장치를 이동시키기 위한 이동 장치와, 서로에 대한 디스플레이(12)를 포함한다. 이미지 캡쳐장치는 전체 전자 장치(12)의 픽셀들(14)의 상세한 화상을 제공하는 전자 이미지 파일인 출력 파일을 생성한다. 일단 디스플레이(12)의 픽셀들의 이미지가 획득되고 나면, 프로세스가 실행되어 이미지 캐쳐 장치로부터 획득된 전자 이미지로부터 픽셀 특성화 데이터가 추출된다.

[0120] 휘도 대신에 컬러가 측정될 수 있다. 그 경우에, 시각 셋업은 약간 달라지며, 측색계 카메라 또는 스캐닝 분광 사진기와 같은 색 측정 장치를 포함한다. 그러나, 기초 원리는 동일하며, 픽셀의 위치 및 그 컬러가 결정된다.

도면의 간단한 설명

[0054] 도 1(a)는 동일한 휘도의 그레이스케일 픽셀을 구비한 매트릭스 디스플레이를 나타내고, 도 1(b)는 동일하지 않은 휘도의 그레이스케일 픽셀을 구비한 매트릭스 디스플레이를 나타낸다.

[0055] 도 2(a)는 RGB 스트라이프 픽셀 배열을 구비한 LCD 디스플레이를 나타내는데, 하나의 픽셀은 스트라이프 순서대

로 3개의 컬러 서브픽셀을 포함하고, 디스플레이는 항상 완전하게 온 되어 있는 결함 그린(green) 서브픽셀과, 항상 오프 되어 있는 결함 레드(red) 서브픽셀을 구비한다. 도 2(b)는 동일하지 않은 휘도의 서브픽셀을 구비한 매트릭스 디스플레이에 기초한 그레이스케일 LCD를 나타낸다.

[0056] 도 3(a)는 단지 회절 제한되는 광을 간주하는 경우의 분석적 포인트 스프레드 함수(PSF: point spread function)를 나타내고, 도 3(b) 및 도 3(c)는 테스트 대상에서 측정되는 수치적 PSF를 나타낸다.

[0057] 도 4(a)는 마스킹이 적용되지 않은 경우, 영상 면 내의 단일 픽셀 결함에 대한 눈의 응답을 도시한다. 도 4(b)는 24개 마스킹 픽셀이 인가되는 마스킹 후, 동일한 픽셀 결함에 대한 눈의 응답을 도시한다. 도 4(c)는 마스킹 픽셀 및 픽셀 결함의 영상 면 내 PSF의 중심 위치를 도시한다.

[0058] 도 5(a)는 3개의 서브픽셀 및 2개의 도메인을 각각 구비한 9개의 픽셀을 나타낸다. 도 5(b)는 그와 같은 픽셀 중 하나를 상세하게 도시한다.

[0059] 도 6은 구동 레벨에서 휘도 레벨로의 변환을 나타낸다.

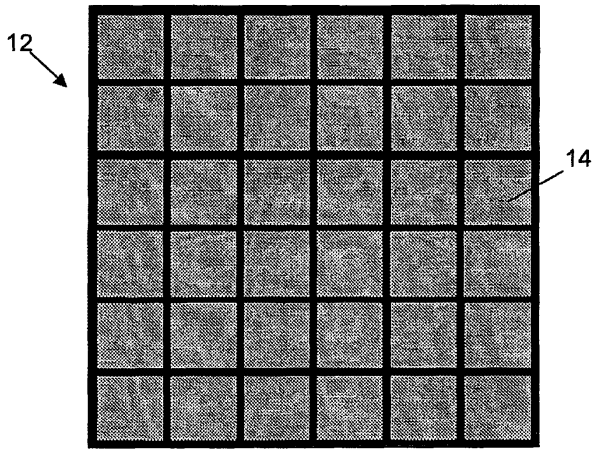
[0060] 도 7(a)는 디스플레이에 존재하는 실제 그린 서브픽셀 결함을 도시하고, 도 7(b)는 동일한 그린 서브픽셀 결함과, 정확한 컬러 좌표에 가능한 한 가까운 픽셀의 컬러 좌표를 유지하도록 도입된 인위적인 레드 및 블루(blue) 서브픽셀 결함을 도시한다.

[0061] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 실시간 정정 시스템에 대한 가능한 위치를 나타낸다.

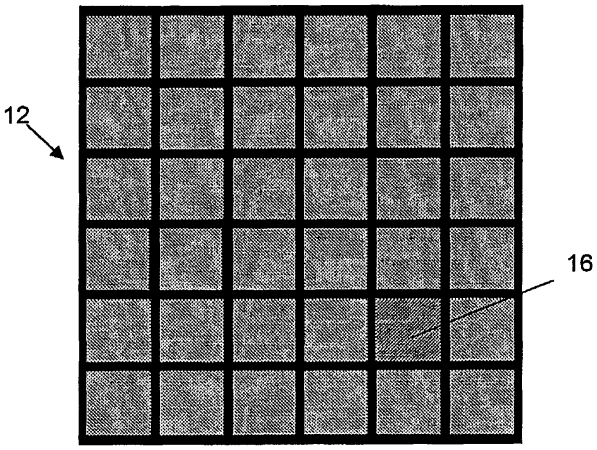
[0062] 상이한 도면에서 동일한 참조부호는 동일하거나 비슷한 요소를 의미한다.

도면

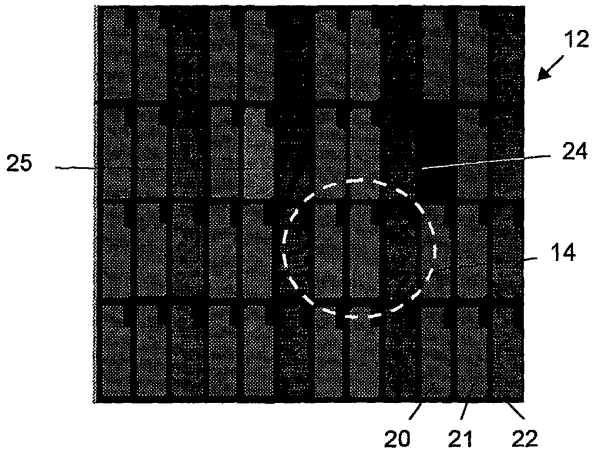
도면1a



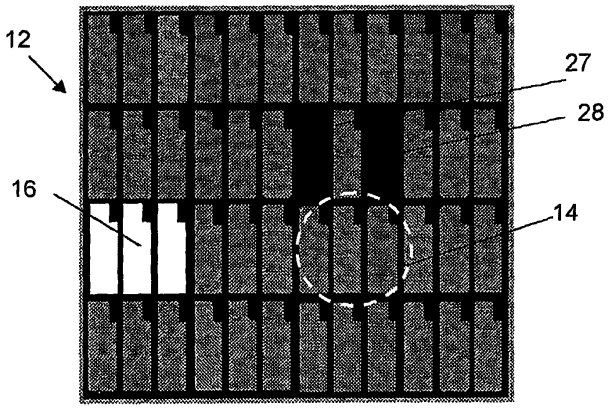
도면1b



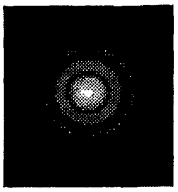
도면2a



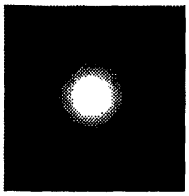
도면2b



도면3a



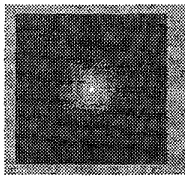
도면3b



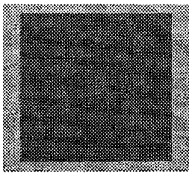
도면3c



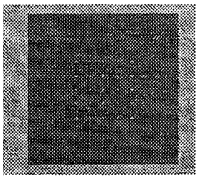
도면4a



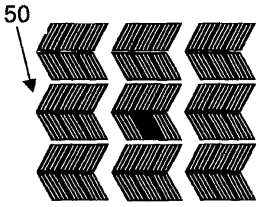
도면4b



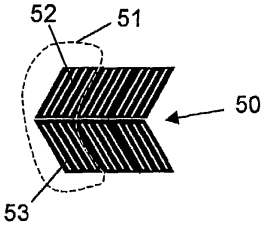
도면4c



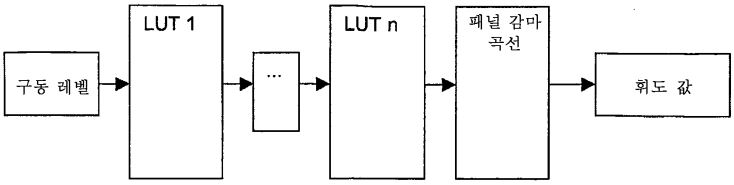
도면5a



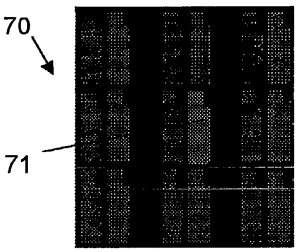
도면5b



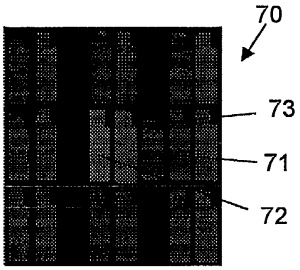
도면6



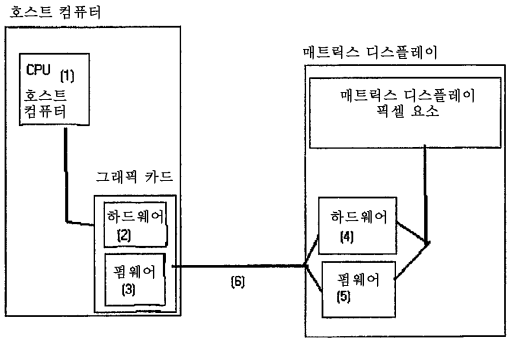
도면7a



도면7b


70
73
71
72

도면8


호스트 컴퓨터
CPU (1)
호스트 컴퓨터
그래픽 카드
하드웨어 (2)
펌웨어 (3)
(6)
매트릭스 디스플레이
매트릭스 디스플레이 픽셀 요소
하드웨어 (4)
펌웨어 (5)