



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

G09G 3/34 (2006.01)

G09G 3/36 (2006.01)

G02F 1/133 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0074573

(43) 공개일자 2007년07월12일

(21) 출원번호 10-2007-7009315

(22) 출원일자 2007년04월24일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2007년04월24일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2005/011419

(87) 국제공개번호 WO 2006/045585

국제출원일자 2005년10월25일

국제공개일자 2006년05월04일

(30) 우선권주장 04447237.1 2004년10월25일 유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인 바르코 엔.브이.  
벨기에 비-8500 코르트릭 프레지던트 케네디파크 35

(72) 발명자 김폐, 톰  
벨기에 비-9000 겐트 미르스트라트 34

(74) 대리인 주성민  
이중희  
백만기

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 디스플레이를 위한 백라이트 변조

(57) 요약

디스플레이(10)는 광 경로에 시간 변조가 적용된 비픽셀 어드레스 가능한 백라이트(130)와 픽셀 어드레스 가능한 LCD (120)를 가지며, 픽셀 어드레스 가능부는 프레임의 각 픽셀을 픽셀의 색상 성분과 무관한 출력 값의 시간 시퀀스로서 출력 하도록 구성되고, 시퀀스의 서로 다른 값은 변조된 비픽셀 어드레스 가능한 부분의 서로 다른 출력 레벨과 동시에 일어난 다. 픽셀의 길보기 루미넌스 또는 색상은 픽셀 어드레스 가능부의 최하위 비트에 해당하는 스텝사이즈에 의해 지적되는 계 조(gradation) 간의 중간 값을 취하도록 만들어져, 색상 및 그레이스케일 이미지 양쪽의 보다 정확한 재현을 가능하게 할 수 있다. 추가적인 중간 출력 레벨은 낮은 조명 레벨에 집중된다. 컨버터는 입력 신호의 픽셀 값에 따라, 또한 백라이트의 시간 변조에 동기화되어 LCD에 대한 픽셀의 시간 변조를 생성한다.

대표도

도 8

특허청구의 범위

**청구항 1.**

광 경로에 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능한 광출력부(non-pixel addressable light output part) 및 픽셀 어드레스 가능한 광출력부(pixel addressable light output part)를 갖는 디스플레이로서, 상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부는 시간 변조를 갖도록 구성되며 상기 픽셀 어드레스 가능부는 상기 디스플레이의 각 픽셀에 대해 광학 값(optical value)의 집합(set)을 공급하도록 구성되고, 상기 광학 값 집합은 각 픽셀을 출력 값의 시간적 시퀀스로서 구동하여 상기 집합 내에 중간 광학 값을 공급함으로써 증가되며, 상기 시간적 시퀀스의 서로 다른 값은 상기 변조된 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 서로 다른 출력 레벨과 일치하여, 인지 가능한 광 출력(optical output)이 상기 시간적 시퀀스의 지속 시간에 걸쳐 평균된 상기 두 부분의 출력의 조합이 되도록 하고, 상기 디스플레이는 상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 상기 출력의 색점(color point)을 변조하도록 구성되는 디스플레이.

**청구항 2.**

제1항에 있어서,

상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부는 제어 가능한 광원(controllable light source)을 포함하고, 상기 픽셀 어드레스 가능부는 투과형 또는 반사형 부분인 디스플레이.

**청구항 3.**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부는 투과성 층을 갖는 디스플레이.

**청구항 4.**

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 디스플레이는 입력 신호로부터 추출된 픽셀에 대한 값에 따라 각 픽셀의 상기 픽셀 어드레스 가능부에 대한 상기 시간적 시퀀스를 생성하도록 구성된 컨버터(40)를 갖는 디스플레이.

**청구항 5.**

제1항 내지 제4항 중 어느 하나의 항에 있어서,

컬러 순차 방식(colour sequential type)이고, 일련의 필드를 가지며, 상기 시간적 시퀀스는 상기 컬러 시퀀스(colour sequence)의 각 필드에 대하여 적용되는 디스플레이.

**청구항 6.**

제1항 내지 제5항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 디스플레이의 루미넌스 또는 색상을 모니터링하는 센서(200)를 포함하고, 상기 모니터링에 따라 상기 변조 또는 상기 시간적 시퀀스를 동적으로 변경하는 디스플레이.

## 청구항 7.

제1항 내지 제6항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부 또는 상기 픽셀 어드레스 가능부를 이용하여 공간적 변형을 적용하도록 구성되는 디스플레이.

## 청구항 8.

제5항 내지 제7항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 시간적 변조 또는 상기 시퀀스의 상기 값은 천이 레이트(transition rate) 상의 한도 내에 유지되도록 구성된 디스플레이.

## 청구항 9.

제5항 내지 제8항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 시간적 변조 또는 상기 시퀀스는 스크램블링되는(scrambled) 디스플레이.

## 청구항 10.

광 경로에 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능한 광출력부 및 픽셀 어드레스 가능한 광출력부를 갖는 디스플레이의 구성 방법으로서, 상기 픽셀 어드레스 가능부는 상기 디스플레이의 각 픽셀에 대한 광학 값의 집합을 공급하도록 구동되고, 상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부는 시간 변조에 의해 구동되며, 상기 광학 값의 집합은 각 픽셀에 대한 광학 값을 출력 값의 시간적 시퀀스로서 공급하도록 상기 픽셀 어드레스 가능부를 구동하여 상기 집합 내에 중간 광학 값을 공급함으로써 증가되며, 상기 구동은 상기 시간적 시퀀스의 서로 다른 값이 상기 변조된 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능한 부분의 서로 다른 출력 레벨과 일치하도록 하는 것이고,

상기 디스플레이 구성 방법은, 인지 가능한 출력이 상기 시간적 시퀀스의 지속 시간에 걸쳐 평균된 상기 두 부분의 광 출력의 조합이 되도록 광학 값의 상기 시간적 시퀀스를 결정하는 단계 및

상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 출력의 색점을 변조하는 단계를 더 포함하는 디스플레이 구성 방법.

## 청구항 11.

제10항에 있어서,

상기 출력을 측정하는 단계를 포함하는 디스플레이 구성 방법.

## 청구항 12.

제11항에 있어서,

주어진 입력 값에 상응하는 출력을 선택하는 단계 및 상기 선택된 출력을 얻기 위해 사용된 일련의 값을 저장하는 단계를 포함하는 디스플레이 구성 방법.

### 청구항 13.

디스플레이에 대한 입력 신호를 상기 디스플레이의 광 경로의 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 시간 변조를 위한 제1 신호, 및 상기 디스플레이의 광 경로의 픽셀 어드레스 가능부를 제어하기 위한 제2 신호로 변환하기 위한 컨버터로서, 상기 제2 신호는 상기 디스플레이의 각 픽셀에 대한 광학 값의 집합을 공급하기 위한 신호를 포함하고, 상기 제2 신호는 또한 상기 디스플레이의 각 픽셀에 대한 출력 값의 시간적 시퀀스를 가지되, 상기 시간적 시퀀스의 서로 다른 광학 값이 상기 변조된 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 서로 다른 출력 값과 일치하도록 함으로써 상기 시간적 시퀀스의 지속 시간에 걸쳐 평균된 상기 두 부분의 광 출력의 조합에 의해 상기 집합의 중간 광학 값을 공급하고, 상기 제1 신호는 또한 상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 출력의 색점을 변조하기 위한 것인 컨버터.

### 청구항 14.

제13항에 있어서,

상기 제1 신호는 상기 입력 신호로부터 추출된 각 픽셀에 대한 값에 따른 시간 변조를 포함하고, 상기 컨버터는 상기 제1 및 제2 신호의 상기 시간 변조를 동기화하도록 구성되는 컨버터.

### 명세서

#### 기술분야

본 발명은 디스플레이, 디스플레이를 위한 컨버터(convertor) 및 그러한 디스플레이를 구성하는 방법에 관한 것이다. 각각의 픽셀(pixel) 또는 서브 픽셀(sub-pixel)이 개별적으로 어드레스 가능한 특징을 만족시키는, 모노크롬 및 컬러 디스플레이, 또한 발광형(emissive), 투과형(transmissive), 반사형(reflective) 및 반투과형(trans-reflective) 디스플레이 기술이 사용될 수 있다.

#### 배경기술

현재, 대부분의 매트릭스 기반 디스플레이 기술들은 CRT(Cathod Ray Tube)와 같이 오랜 기간에 걸쳐 수립된 전자 이미지 형성 기술(electronic image forming technology)에 비해 기술적으로 미비하다. 그 결과, 이하 설명되는 바와 같이, 일부 이미지의 품질 결함이 존재하여 이러한 기술이 특정한 어플리케이션에 받아들여지는데 장애가 되었다.

LCD 디스플레이 및 DMD/DLP(Digital Micromirror Devices/Digital Light Processing)와 같은(본 예에 한정되지 않음) 현재의 매트릭스 디스플레이의 첫 번째 단점은, 두 가지 위치 중 하나로 전자적으로 설정될 수 있는 매우 작은 제어 가능한 미러(mirror)에 의해 픽셀이 형성된다는 것으로, 여기서 하나의 위치는 빛을 디스플레이 스크린으로 반사하고 또 다른 위치는 빛을 확실히 흡수한다. 그레이스케일(greyscale)을 생성하기 위해, 미러는 예를 들면 펄스 폭 변조(pulse width modulation)를 이용하여 두 위치 사이에서 매우 빠르게 스위칭된다. 그러한 프로젝션 디스플레이의 단점은 일반적으로 이들의 고유 루미넌스 곡선(native luminance curve)이 CRT 디스플레이의 전형적인 감마(gamma) 곡선과 크게 다르다는 것이다. 인간의 눈은 인지 강도(perceived intensity)와 실제 측정된 빛의 루미넌스 강도 간에 대수적(logarithmic) 관계를 갖는다. 따라서 디스플레이 장치의 고유 곡선을 어느 정도 대수적인 곡선으로 변화시키기 위해 감마 보정이 매우 빈번하게 사용된다. 다시 말해서, 루미넌스 디케이드(decade) 당 유용한 그레이스케일에 대한 상수가 필요하다.

또한 DICOM GSDF와 같은, 기타의 타겟 루미넌스 곡선이 존재한다. 현재의 매트릭스 디스플레이로는, 고유 곡선이 흔히 타겟 루미넌스 곡선과 크게 달라서 감마 보정 후 충분한 수의 그레이스케일 값을 보유하는 것이 매우 어렵게 된다. 예를 들면, 어두운 비디오 레벨(video level)에서 LCD의 고유 곡선은 전형적인 감마 곡선과 크게 다르기 때문에, 현재의 LCD 디스플레이로는 암영상 레벨에 있어서 충분한 디테일(detail)을 갖기 힘들다. 일반적으로 루미넌스 디케이드 당 그레이스케일의 수는 높은 루미넌스에서보다 낮은 루미넌스에서 훨씬 작다. 이러한 문제점이 도 1에 도시되어 있으며, 여기서 루미넌스는 디지털 구동 레벨(digital drive level)의 함수로 표시된다. 좌표축이 로그 비율이므로 타겟 감마 곡선은 본 그래프에서 선형이 됨을 주목한다. 도 1은 LCD 디스플레이가 어두운 영역에 있어서 타겟 곡선에 비해 낮은 그레이스케일을 갖는다는 것을 명확히 보여준다. 선형인 고유 곡선(이를테면 DLP/DMD 프로젝터)의 경우에 있어서 사정은 더 심각하다. 어두

은 영역에 대한 상세 그래프를 보면, 만일 타겟 루미넌스 곡선의 32개의 서로 다른 그레이 레벨을 나타내야 한다면 LCD의 어두운 영역에 있어서 가용한 그레이 레벨의 수를 증가시킬 필요가 있다. 실제로, 상세한 그래프의 루미넌스 범위에 있어서 LCD는 단 12개 정도의 가용 그레이 스케일을 가지는 반면 타겟 루미넌스 곡선은 동일한 루미넌스 범위에서 약 32개의 그레이 레벨을 가진다.

통상적으로 이용되는 기술은 디스플레이의 출력 깊이(depth)를 증가시키기 위해 디스플레이 시스템 상에서 디터링(dithering)을 사용하는 것이다. 일반적으로 두 가지의 디터링 방법, 즉 공간(spatial) 디터링과 시간(temporal) 디터링이 있다. 공간 디터링은 많은 그레이 레벨을 얻기 위해 하프톤 패턴(halftone pattern)을 사용한다. 이 기술의 단점은 디스플레이 시스템의 유효 해상도(resolution)가 감소한다는 것이다. 시간 디터링은 인간의 눈은 소정 시간 프레임에 걸쳐 인지된 루미넌스를 평균한다는 사실을 이용한다. 시간 디터링은 소정 시간 프레임 동안의 평균 루미넌스가 타겟 루미넌스 값과 동일하게 되도록 개개의 픽셀의 루미넌스 강도를 지속적으로 변경한다. 시간 디터링의 중요한 단점은 움직이는 이미지를 디스플레이하는 경우 아티팩트(artefact)가 도입될 수 있다는 것이다. 특히 많은 수의 프레임에 걸쳐 디터링이 수행되는 경우 이는 중대한 문제가 된다. 프레임은 프레임 버퍼에 포함된 정보, 즉 완전한 이미지에 대한 픽셀값일 수 있다. 공간 및 시간 디터링의 예가 도 2에 도시되어 있다. 공간 및 시간 디터링을 조합하는 것도 가능하다.

종래의 시간 및 공간 디터링 기술 모두에 있어서, 새로이 생성된 그레이스케일은 디스플레이 시스템의 루미넌스 범위에 걸쳐 균일하게 분포된다. 즉, 그레이스케일 간의 거리가 일정하거나 일정한 비율이 존재한다. 예를 들면: 전형적인 2-프레임 시간 디터링의 경우 새로이 생성된 모든 그레이스케일은 디스플레이의 주위의 두 개의 기존 또는 "고유" 그레이스케일의 평균인 루미넌스 값을 갖게 될 것이다. 일반적으로 낮은 루미넌스 범위에서는 훨씬 더 많은 그레이스케일이 필요한 반면 높은 루미넌스 범위에서는 그렇지 않기 때문에, 이러한 특성은 단점이 된다(도 3 참조). 실질적으로, 디터링 기법은 중요한 루미넌스 범위, 이를테면 어두운 루미넌스 영역에 있어서 충분한 그레이스케일이 가용하도록 하기 위해 이용된다. 물론 그와 함께 다른 모든 루미넌스 영역에서 많은 무용한 그레이스케일이 생성되며 그로 인해 많은 생성된 그레이스케일이 사실상 낭비된다. 컬러 디스플레이에서 색상을 디스플레이하는 경우에도 동일한 문제가 존재한다는 것을 주목한다. 이러한 경우 일반적으로 낮은 루미넌스 값에서 충분한 루미넌스 및 컬러 틴트(tint)를 갖는 것이 문제가 된다.

의료용 영상(medical imaging)과 같은 높은 품질이 요구되는(high-demanding) 일부 응용 장치에 대해, LCD와 같은 그레이스케일 디스플레이 시스템이 사용된다. 이러한 디스플레이 시스템의 한가지 문제점은, 이들이 오직 그레이 톤(grey tone)만을 보여줄 수 있음에도 불구하고 개개의 그레이 레벨 간에는 여전히 중요한 색상 차이가 존재한다는 것이다. 가장 주요한 원인은 액정 셀(cell)의 투과 스펙트럼(transmission spectrum)이 구동 레벨에 의존적이라는 것이다. 이는 도 4에 도시되어 있으며, 여기서 (x, y)-색도 좌표(chromaticity coordinate)는 디지털 구동 레벨의 함수로 표시되고 이는 그레이스케일 LCD 시스템에 대한 것이다. 색 좌표에 있어서 이러한 차이는 디스플레이의 사용자에게 쉽게 인지될 수 있으며 성능에 방해가 되는 동시에 성능에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 의료용 영상의 경우, 방사선 학자는 특정 색온도(colour temperature)를 갖는 전통적인 필름을 보는데 익숙하다. 조사 결과는 의료용 영상의 색온도를 변화시키는 것이 진단의 정확성에 부정적인 영향을 미침을 보여준다.

디스플레이 시스템의 색온도를 재현 가능하도록(reproducible) 만들기 위해 색상 조정이 가능한 백라이트(colour adjustable backlight)에 기초한 해결 방안이 존재한다. 이 경우 백라이트의 색상은 소정 한도 내에서 선택될 수 있다. 이는 백라이트 내의 복수의 기본 색(primary)을 사용하고 각각의 기본 색상들이 개별적으로 구동되게 함으로써 달성된다. 복수의 기본 색으로부터의 광선(light)은 혼합된다. 색상 조정이 가능한 백라이트가 이용되는 경우 현재까지 디스플레이 시스템의 화이트 포인트(즉, 최대 그레이 레벨 또는 순백색)를 적당한 색점(color point)로 설정하는 것이 일반적이기 때문에 이러한 기술은 또한 "화이트 포인트 튜닝(whitepoint tuning)"이라고 지칭된다. 도 5는 고유 색점을 구동 레벨의 함수로 도시하며, 또한 타겟 또는 희망 색점을 구동 레벨의 함수로 도시한다. 도 6의 그래프는, 모노크롬 LCD의 색 변이(color-shift)로 인해 순백색 이외의 그레이 레벨의 색온도는 여전히 정확하지 않기 때문에 "화이트 포인트 튜닝"이 해결 방안의 일부일 뿐임을 보여준다.

또 다른 중요한 어플리케이션 영역은 디스플레이 시스템이 일부 특정 색상 프로파일(profile)을 따르는 것으로 예상되는 색상 이미징이다. 이는 디스플레이 시스템의 모든 디지털 구동 값(예로, R, G, B) 또는 디지털 구동 레벨의 서브 집합(R, G, B)이, 잘 정의된 (x, y) 색도 좌표와 부합될 필요가 있다는 것을 의미한다. 물론 루미넌스 강도에 있어서 그 밖의 제한도 가능하며 또한 필요하기도 하다. LCD 디스플레이 시스템을 특정 색상 프로파일로 미세 조정(fine-tune)하기 위해 일반적으로 이용되는 방법은 LCD의 백라이트의 색온도를 조정하는 것이다. 예를 들면, 백라이트는 적, 녹, 청의 CCFL(Cold Cathod Fluorescent Lamp; 디스플레이 백라이트에 있어서 매우 빈번히 사용되는 고효율 타입의 램프) 램프 또는 특정 색온도를 선택할 수 있도록 개별적으로 조정 가능한 LED로 구성될 수 있다. 일반적으로 디스플레이 시스템의 화이트 포인트

(즉, 적, 녹, 청이 모두 최대 구동 레벨에 있는 경우)가 희망 색상 프로파일에 맞도록 설정된다. 디스플레이의 다른 특정 비디오 레벨에 대한 색점을 선택(즉, 조정)하는 것도 가능하다. 이는 순백색 픽셀이 디스플레이 시스템에 나타나는 경우 (x, y) 색도 좌표가 희망 색 좌표와 일치할 것임을 의미한다.

그러나, 컬러 디스플레이 시스템에도 색 변이 문제가 존재한다. 도 4는 (x, y) 색도 좌표를 구동 레벨의 함수로 도시한 예로, 이는 컬러 디스플레이 시스템에 대한 것이다. 이는 예를 들면 디지털 구동 레벨 128은 (R, G, B) 값 (128, 128, 128)에 대응하는 것을 의미한다. 다시 말해, 곡선은 서로 다른 루미넌스 강도에서 중간 그레이(neutral grey)가 나타나는 경우의 색도 변이(chromaticity shift)를 보여준다. 상기 색 변이로 인해 블랙 포인트 (R, G, B)=(0, 0, 0)에 대한 색도 좌표 (x, y)는 희망 색상 프로파일에 따르지 않게 된다. 이는, 일반적으로 요구되는 것과 같이 희망 색상 프로파일은 중간 그레이에 대하여 고정된 색온도를 가진다는 가정에 따른 것이다. 지금까지 색 변이를 보정하는 유일한 가용 방법은 룩업 테이블(lookup table)을 이용하여 패널의 픽셀 데이터를 변경하는 것이었다. 예를 들면, 검은색 포인트가 지나치게 많은 청색을 포함한다면 이를 보정하는 유일한 방법은 검은색 포인트에 대한 색점이 바로잡힐 때까지 녹색과 적색의 양을 증가시키는 것(예를 들면, 녹색과 적색의 디지털 구동 레벨을 증가시키는 것)이었다. 이는, 청색이 최소 디지털 구동 레벨 0에서 이미 구동되었기 때문에 청색의 양을 감소시키는 것은 불가능하기 때문이다. 색 변이를 보정하는 이러한 방법은 여러 단점을 드러낸다.

첫 번째 단점은 디스플레이 시스템의 콘트라스트 비(contrast ratio)가 감소하는 것이다. 실제로, 일부 색상의 디지털 구동 레벨을 동시에 증가시킴으로써 루미넌스 강도는 증가되고 이에 따라 콘트라스트가 감소한다. 디스플레이 시스템의 콘트라스트는 순백색에서의 루미넌스 강도와 순흑색에서의 루미넌스 강도 간의 비율로 정의된다. 이러한 콘트라스트의 감소는 매우 중대한 것일 수 있으며 일반적인 감소율은 5% 내지 50% 사이가 될 수 있다. 두 번째 단점은 룩업 테이블이 순수 기본 색을 사용하지 않고 디스플레이 기본색을 조합하도록 하기 때문에 디스플레이 시스템의 색역(colour gamut)이 감소한다는 것이며 이는 복수의 (R, G, B) 값에 대한 것이다. 세 번째 단점은 가용 색상 수가 감소한다는 것이다. 이는 픽셀이 더 이상 반드시 최소 및 최대 구동 값 사이에서 구동되지 않으므로 가용한 (R, G, B) 디지털 구동 레벨 조합의 수를 감소시키기 때문이다.

US 특허 출원 2004113906으로부터, 배터리 전력을 절약하기 위해, 낮은 루미넌스 이미지를 디스플레이하는 경우 배터리 구동형 장치에 대한 디스플레이에 있어서 백라이트(backlighting)를 감소시키는 것이 공지되어 있다. 또한, 컬러 디스플레이를 만들어내기 위해, 각 프레임의 순차적인 필드(field)에 대해 세 가지 색상의 백라이트, 이를테면 적, 녹, 청을 제공하는 것이 공지되어 있다.

## 발명의 상세한 설명

본 발명은 향상된 디스플레이, 디스플레이를 위한 컨버터 및 그러한 디스플레이를 구성하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

일 실시예에 있어서 본 발명은, 매트릭스 어드레스(matrix addressed) 전자 디스플레이 장치, 특히 플라즈마 디스플레이, 전계 방출 디스플레이(field emission display; FED), 액정 디스플레이, 전기장발광(electroluminescent; EL) 디스플레이, LED(light emitting diode) 및 OLED(organic LED) 디스플레이, 특히 프로젝션 또는 직시(direct viewing) 개념에 이용되는 평판 디스플레이와 같은 고정 포맷 디스플레이에 있어서 2단계 디터링 기법을 이용하여 루미넌스 및 색상을 재현하는 시스템 및 방법을 제공한다. 각각의 픽셀(pixel) 또는 서브 픽셀(sub-pixel)이 개별적으로 어드레스 가능한(addressable) 특징을 만족시키는 모노크롬 및 컬러 디스플레이, 그리고 발광형, 투과형, 반사형 및 반투과형 디스플레이 기술이 본 발명의 범주에 포함된다.

실시예에 따라, 본 발명은 다음을 제공한다:

광 경로(optical path)에 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능한 광출력부(non-pixel addressable light output part) 및 픽셀 어드레스 가능한 광출력부를 갖는 디스플레이, 이를테면 평판 디스플레이 또는 고정 포맷 디스플레이와 같은 것으로서, 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부는 시간 변조(temporal modulation)를 갖도록 구성되며 픽셀 어드레스 가능부는 디스플레이의 각 픽셀에 대한 광학 값(optical value)의 고유 집합을 공급하도록 구성되며, 각 픽셀을 출력 값의 시간적 시퀀스로서 구동하여 상기 광학 값 집합은 상기 집합 내에 중간 광학 값을 공급함으로써 증가되며, 상기 시간적 시퀀스의 서로 다른 값은 상기 변조된 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 서로 다른 출력 레벨과 일치하여, 인지 가능한 광 출력이 상기 시간적 시퀀스의 지속 기간에 걸쳐 평균된 상기 두 부분의 출력의 조합이 되도록 한다. 본 발명에 따르면, 디스플레이는 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 출력의 색점을 변조하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 백라이트 및 비

픽셀 어드레스 가능부의 색점을 변조하면, 그렇지 않은 경우 루미넌스와 함께 색점이 변이되는 디스플레이를 보정하는데 도움이 될 수 있다. 광학 값의 고유 집합은 2개 이상의 광학 값을 포함하며, 바람직하게는 8개 이상, 더 바람직하게는 20개 이상, 나아가 100개 이상의 광학 값까지도 포함한다. 바람직하게는 밝은 광학 값보다 어두운 광학 값에 대하여 더 많은 중간 광학 값(intermediate optical value)이 제공된다. 픽셀이 예를 들면 적어도 두 개의 기본색과 같은 서로 다른 기본색의 서브 픽셀을 갖는 경우, 본 발명은 시간적 시퀀스에 걸쳐 색상을 평균하기 위해 픽셀 당 적어도 두 개의 기본 색의 시퀀스를 형성하는 단계를 포함한다. 본 발명은 또한 프레임 기반으로 프레임 상의 루미넌스의 각 기본 색을 변조하는 단계를 포함한다.

본 발명의 다른 실시예는 광 경로에 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능한 광출력부 및 픽셀 어드레스 가능한 출력부를 갖는 디스플레이를 제공하는 것으로, 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부는 시간 변조를 갖도록 구성되며 픽셀 어드레스 가능부는 디스플레이의 각 픽셀에 대한 광학 값을 픽셀의 광학 값의 색상 성분과 관계없는 출력값의 시간적 시퀀스로서 제공하도록 구성되며, 시간적 시퀀스의 서로 다른 값이 변조된 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 서로 다른 출력 값과 일치하여, 인지 가능한 광 출력이 시간적 시퀀스의 지속 시간에 걸쳐 평균된 두 부분의 출력의 조합이 되도록 한다. 이 경우에도, 디스플레이는 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 출력의 색점을 변조하도록 구성될 수 있다. 이는, 예를 들면, 그렇지 않은 경우 루미넌스와 함께 색점이 변조되는 디스플레이를 보정하는데 도움이 될 수 있다.

서로 다른 조합의 시퀀스를 평균함으로써, 픽셀의 겉보기(apparent) 루미넌스 또는 색상은 픽셀 어드레스 가능부에 의해 공급된 제어의 최하위 비트에 해당하는 스텝사이즈(stepsize)에 의해 지정된 계조(gradation) 간의 중간 값을 취하도록 만들어질 수 있다. 다시 말해 겉보기 양자화(quantization)의 양은 선택된 일부 범위에 있어서 증가될 수 있다. 이는 색상과 그레이스케일 이미지 모두에 있어서 보다 정확한 재현을 가능하게 할 수 있고, 또는 디스플레이 출력의 비선형성(non-linearity)에 대한 보정이 이루어질 수 있다. 상기 기술은 많은 통상적인 공간 디터링 또는 시간 디터링과 결합하여 사용될 수 있다. 특히, 주어진 정확도에 대해, 본 발명은 많은 통상적인 공간 또는 시간 디터링이 감소되도록 할 수 있으며, 그럼으로써 상기 언급된 통상적인 디터링의 단점이 감소될 수 있다. 원칙적으로, 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 변조는 픽셀 어드레스 가능부의 픽셀에 대한 광학 값의 변화와 동조하여(in phase) 또는 동조하지 않고(out of phase) 이루어질 수 있고, 그와 동일한 주파수에서 이루어질 필요는 없다. 원칙적으로 비픽셀부 및 픽셀부 중 하나 또는 양쪽 모두는 능동 광원을 가지거나 수동 및 능동 부분이 임의로 조합된 수동 광 변조기, 이를테면 반사형 또는 투과형 부분을 가진다. 양쪽 부분 모두 수동이면, 또 다른 광원이 사용될 수 있다.

공지의 컬러 순차 LCD 디스플레이(colour sequential LCD display)와는 달리, 조합의 시퀀스의 평균이 원하는 값이라면, 이제 시퀀스의 값을 선택할 수 있는 자유가 있다. 컬러 순차 디스플레이에 있어서, 출력은 고정된 백라이트 R, G, B 레벨과 결합된, 주어진 픽셀에 대한 R, G, B의 시간적 시퀀스의 평균이지만, 시퀀스의 이러한 R, G, B 값은 입력 신호 픽셀 값에 의해 지정된다.

종속항(dependent claim)에 대한 추가적인 특징은 제어 가능한 광원을 포함하는 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부와, 반사형 또는 투과형 층을 포함하는 픽셀 어드레스 가능부이다. 이는, 낮은 조명(illumination) 레벨에서, 그레이스케일 스텝사이즈가 감소되는 반면, 높은 조명 레벨에서, 스텝사이즈가 커진다는 추가적인 이점을 제공할 수 있다. 따라서 추가적인 중간 출력 레벨은 낮은 조명 레벨에 집중된다. 이것이 상기 설명된 바와 같이, 가장 필요한 것이다. 따라서 높은 조명 레벨에서 낭비되는 중간 레벨이 적어지게 된다.

또 다른 추가적인 특징은 투과형 층을 갖는 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부이다.

또 다른 특징은 입력 신호에 포함된 픽셀에 대한 광학 값에 따라 각 픽셀에 대한 픽셀 어드레스 가능부에 대한 시간적 시퀀스를 생성하도록 구성되고, 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 시간 변조에 동기화된 컨버터이다.

또 다른 특징은 컬러 순차 유형의 디스플레이로, 일련의 필드를 갖고, 상기 시퀀스는 컬러 시퀀스의 각 필드에 대하여 적용된 디스플레이이다.

또 다른 추가적인 특징은 디스플레이의 루미넌스 또는 색상을 모니터링하는 센서이며, 상기 모니터링에 따라 변조 또는 시간적 시퀀스를 동적으로 변경한다.

또 다른 추가적인 특징은 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부에 의해 또는 픽셀 어드레스 가능부에 의해 적용되는 공간적 변형이다. 이는 사전 결정되어 고정될 수 있고, 또는 적어도 픽셀 어드레스 가능부에 대하여 변화 가능할 수 있다. 이는 디스플레이를 가로지르는 색상 또는 루미넌스 또는 콘트라스트 비율의 고유 공간 변형(inherent spatial variation)을 보상하는데 사용될 수 있다.

또 다른 특징은 천이 레이트(transition rate) 상의 한도 내에 유지되도록 선택되는 시간적 시퀀스의 값이다. 이는 예를 들면 플리커(flicker)를 감소시키기 위해, 픽셀 어드레스 가능부에 대한 상승 또는 하강 시간 특성을 완화시키는 것을 돕거나, 더 빠른 프레임 레이트를 가능하게 할 수 있다.

또 다른 특징은 스크램블링(scrambling)되는 변조 또는 시간적 시퀀스이다. 이 특징도, 특히 긴 변조 사이클 시간에 대해, 플리커를 감소시키는데 도움이 될 수 있다. 이는 예를 들면 시퀀스를 변화시키기 위한 스크램블링 또는 최고점(peak) 및 최저점(trough)의 주파수를 증가시키기 위한 스크램블링을 포함한다.

또 다른 태양은, 광 경로(optical path)에 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능한 광출력부 및 픽셀 어드레스 가능한 광출력부를 포함하는 디스플레이의 구성 방법으로서, 상기 픽셀 어드레스 가능부는 상기 디스플레이의 각 픽셀에 대한 광학 값의 고유 집합을 공급하도록 구동되고, 상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부는 시간 변조에 의해 구동되며, 상기 광학 값의 집합은 각 픽셀에 대한 광학 값을 출력 값의 시간적 시퀀스로서 공급하도록 상기 픽셀 어드레스 가능부를 구동하여 상기 고유 집합 내에 중간 광학 값을 공급함으로써 증가되며, 상기 시간적 시퀀스의 서로 다른 값은 상기 변조된 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능한 부분의 서로 다른 출력 레벨과 일치하도록 하고, 상기 디스플레이 구성 방법은 인지 가능한 출력이 상기 시간적 시퀀스의 지속에 걸쳐 평균된 상기 두 부분의 상기 광학 출력의 조합이 되도록 광학 값의 상기 시간적 시퀀스를 결정하는 단계를 더 포함하는 디스플레이 구성 방법을 제공한다. 광학 값의 상기 고유 집합은 두 개 이상, 바람직하게는 8개 이상의 광학 값을 포함하고, 더 바람직하게는 20개 이상, 나아가 100개 이상의 광학 값을 포함한다.

또 다른 태양은 광 경로에 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능한 광출력부 및 픽셀 어드레스 가능한 광출력부를 갖는 디스플레이의 구성 방법을 제공하는 것으로서, 상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부는 시간 변조를 갖도록 구성되고, 상기 픽셀 어드레스 가능부는 상기 디스플레이의 각 픽셀의 광학 값을 공급하도록 구성되며, 상기 광학 값의 집합은 각 픽셀에 대한 광학 값을 픽셀의 광학 값의 색상 요소와 무관한 출력 값의 시간적 시퀀스로서 제공하도록 상기 픽셀 어드레스 가능부를 구동하여 상기 집합 내에 중간 광학 값을 공급함으로써 증가되고, 상기 시간적 시퀀스의 서로 다른 값은 상기 변조된 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 서로 다른 출력 레벨과 일치하며, 상기 방법은 겉보기 출력이 상기 시간적 시퀀스의 지속에 걸쳐 평균된 상기 두 부분의 상기 출력의 조합이 되도록 광학 값의 상기 시간적 시퀀스를 결정하는 단계를 포함한다. 상기 방법은, 상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 색점을 변조하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이는, 예를 들면 다른 방식으로 루미넌스와 함께 색점이 전이되는 디스플레이를 보상하는데 도움이 될 수 있다.

추가적인 특징으로, 상기 방법은 광학 출력을 측정하는 단계를 포함한다. 또 다른 추가적인 특징은 주어진 입력 값에 상응하는 광학 출력을 선택하는 단계, 및 상기 선택된 출력을 얻기 위해 사용된 일련의 값을 저장하는 단계이다.

본 발명의 또 다른 태양은, 디스플레이에 대한 입력 신호를 상기 디스플레이의 광 경로의 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 시간 변조에 대한 제1 신호, 및 상기 디스플레이의 상기 광 경로의 픽셀 어드레스 가능부를 제어하기 위한 제2 신호로 변환하기 위한 컨버터를 제공하는 것으로서, 상기 제2 신호는 상기 디스플레이의 각 픽셀에 대한 광학 값의 고유 집합을 공급하기 위한 신호를 포함하고, 상기 제2 신호는 또한, 상기 디스플레이의 각 픽셀에 대한 출력 값의 시간적 시퀀스를 가지며 상기 시간적 시퀀스의 서로 다른 광학 값이 상기 변조된 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 서로 다른 출력 값과 일치하도록 함으로써 상기 시간적 시퀀스의 지속에 걸쳐 평균된 상기 두 부분의 광 출력의 조합에 의해 상기 집합의 중간 광학 값을 공급하게 된다. 광학 값의 상기 고유 집합은 두 개 이상, 바람직하게는 8개 이상의 광학 값을 포함하고, 더 바람직하게는 20개 이상, 나아가 100개 이상의 광학 값을 포함한다.

상기 컨버터는 또한 상기 제1 신호가 상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 상기 출력의 색점을 변조하는데 이용되게끔 상기 입력 신호를 변환하도록 적용될 수 있다. 이는 예를 들면 루미넌스와 함께 색점에 있어서의 변이를 보상하는데 도움이 될 수 있다.

본 발명의 또 다른 태양은 디스플레이에 대한 입력 신호를 디스플레이의 광 경로의 비픽셀 어드레스 가능부의 시간 변조를 위한 제1 신호 및 상기 디스플레이의 상기 광 경로의 픽셀 어드레스 가능부를 제어하기 위한 제2 신호로 변환하는 컨버터를 제공하는 것으로, 상기 제2 신호는 픽셀의 색상 성분과 무관한, 프레임의 각 픽셀에 대한 출력 값의 시간적 시퀀스를 가지며, 상기 시퀀스의 서로 다른 값은 상기 변조된 비픽셀 어드레스 가능부의 서로 다른 출력 레벨과 일치한다. 여기서도, 상기 컨버터는 또한 상기 제1 신호가 상기 백라이트 또는 비픽셀 어드레스 가능부의 상기 출력의 색점을 변조하는데 이용되게끔 상기 입력 신호를 변환하도록 적용될 수 있다. 이는 예를 들면 루미넌스와 함께 색점의 전이를 보상하는데 도움이 될 수 있다.

기술된 특징들은 색상과 그레이스케일 이미지 모두의 보다 정확한 재현을 가능하게 할 수 있다. 논의되는 예시는 일반적으로 사용되는 공지된 디터링 기법의 단점을 갖지 않는 2단계 디터링 기법이다. 또한 색 전이 문제, 색상 프로파일에 대한 유연성 부족, 루미넌스 타겟 곡선에 대한 일치성(compliance) 부족 및 이러한 단점들의 조합과 같은, 현재의 매트릭스 디스플레이 장치의 단점을 처리할 수 있다.

임의의 추가적인 특징들은 상호 조합되거나 임의의 태양과 결합될 수 있다. 기타의 장점들은 당업자, 특히 다른 종래 기술의 당업자에게 있어서 명백할 것이다. 본 발명의 청구 범위를 벗어나지 않으면서 많은 변경과 수정이 이루어질 수 있다. 따라서, 기술된 본 발명의 형태는 예시적인 것일 뿐이며 본 발명의 클레임의 범주를 제한하고자 하는 것이 아님을 확실히 이해하여야 한다.

## 실시예

특정 도면을 참조하여 특정 실시예의 측면에서 본 발명을 설명할 것이지만, 발명은 그에 한정되는 것이 아니라 오직 청구 범위에 의해서만 한정된다. 설명되는 도면은 개략적인 것일 뿐이며 제한적인 것이 아니다. 도면에서 일부 구성 요소의 크기는 확대되어 있을 수 있으며 예시적인 목적을 위해 실제 크기로 도시되지 않았다. "포함"이라는 용어가 본 명세서 및 청구의 범위에서 사용되는 경우, 다른 요소 또는 단계를 배제하는 것은 아니다.

또한, 명세서 및 청구의 범위에서 제1, 제2, 제3 및 기타 등등과 같은 용어는 유사한 구성 요소를 구별하기 위해 사용되는 것이며 반드시 순차적 또는 연속적인 순서를 나타내기 위함이 아니다. 그와 같이 사용된 용어들은 적합한 상황에서 교체될 수 있으며 명세서에 기술된 본 발명의 실시예는 본 명세서에 기술되고 예시된 것과 다른 시퀀스에서도 동작할 수 있음을 이해할 것이다.

기술되는 실시예들은, 적어도 디스플레이 시스템의 (루미넌스 및/또는 색점에 있어서의) 픽셀 데이터 및 백라이트의 조합된 시간 변조를 포함하는 2단계 디터링 기법과 관련된 것이다. 도 7은 디스플레이(10)가 광 경로에 있어서 픽셀 어드레스 가능부(20) 및 비픽셀 어드레스 가능부(30)를 갖는 실시예를 도시한다. 컨버터(40)는 입력 신호에 기초하여 이들 부분을 구동하는 신호를 제공한다. 컨버터는 비픽셀 어드레스 가능부에 대해 시간 변조를 제공하고, 픽셀 어드레스 가능부에 시퀀스를 제공하여, 픽셀의 겹보기 루미넌스 또는 색상이 시퀀스의 길이에 걸쳐 평균된 출력에 의존하게 되도록 한다. 그 밖의 특징들이 본 도의 특징에 추가될 수 있다. 광 경로 내의 부분들의 순서는, 광원(optical source)이 어떤 부분 내에 있는지 또는 어떤 부분 앞에 있는지에 따라 바뀔 수 있다.

도 8은 또 다른 실시예를 도시한다. 이 경우, 픽셀 어드레스 가능부는 투과형 또는 반사형 LCD 패널(120)의 형태로 존재한다. 비픽셀 어드레스 가능부는 백라이트(130)와 같은 광원의 형태로 존재한다. 컨버터는 백라이트를 구동하기 위해 시간 변조를 생성하는 변조기(50)를 갖는다. 동조 회로(160)는, 일반적으로 입력 신호에 동기화시킴으로써 변조기가 픽셀 어드레스 가능한 구동 신호에 동기화되도록 유지한다. 픽셀 어드레스 가능부의 각 픽셀에 대한 시간적 시퀀스가 본 예에서는 룩업 테이블(140)에 의해 생성되며, 이는 입력 신호의 각 픽셀에 대한 일련의 값을 생성한다. 이들 값은 다수의 프레임 버퍼(프레임 1-프레임 3)에 걸쳐 확산되며, 프레임 버퍼는 픽셀 어드레스 가능부를 구동하기 위해 차례로 판독된다. 컨버터는 통상적인 하드웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어 요소의 조합으로 구현될 수 있다.

도 9는 도 7의 실시예에 기반한 또 다른 실시예를 도시하며, 따라서 상응하는 참조 부호가 사용되었다. 이 경우, 센서(200)가 디스플레이, 또는 픽셀 어드레스 가능부의 출력을 측정한다. 프로세서(210)는 필드에서의 동작에 있어서 시간에 걸친 변화를 보상하기 위한 조정치를 산출하는데 이용될 수 있다. 이와 달리, 제조상 변동을 보상하기 위해, 필요한 성능의 컨버터를 구성하기 위한, 또는 컨버터를 픽셀 어드레스 가능부 또는 디스플레이의 기타 부분의 특성으로 조정하기 위한 제조 도중에 상기 구성이 사용될 수도 있다. 이 경우, 프로세서는 각 픽셀에 대한 일련의 값을 선택하고, 컨버터의 LUT를 프로그램하여, 상응하는 출력을 측정할 수 있다. 프로세서는 변화를 산출하거나, 다수의 측정을 수행하고 원하는 출력에 가장 근접한 출력을 제공하는 일련의 값들을 선택할 수 있다.

도 10은 백라이트의 루미넌스 출력과, 백라이트 색상의 x 좌표 및 y 좌표에 대한 세 개의 그래프를 각각 도시한다. 백라이트의 루미넌스 출력 및/또는 백라이트의 x 좌표 및/또는 백라이트의 y 좌표가 디스플레이 시스템의 프레임 레이트(frame rate)로 동기화되어 변조되는 프레임 단위 기반의 변조가 적용된다. 정확한 디터링 기법은 공지의 시간 또는 공간 디터링 기법과 매우 다르지만, 전통적인 픽셀 데이터의 변조(디터링)는 백라이트 변조와 결합된다. 픽셀 데이터의 디터링 패턴의 예가 후주 설명된다. 백라이트의 변조 주파수가 정확히 디스플레이 시스템의 출력 프레임 레이트일 필요는 없으며 다수의 디스플레이 프레임 주기의 변조 주기도 가능하다. 또한 디스플레이 시스템의 출력 프레임 레이트보다 높은 프레임 레이트

에서 변조하는 것도 가능하다(예를 들면 디스플레이 출력 주파수는 50Hz인데 변조 주파수는 100Hz). 이는 DLP 프로젝터와 컬러 순차 구동 방식에서 수행되는 것에 필적(comparable)한다. 백라이트의 변조 주파수는 또한 사용된 디터링 기법의 주기와 다를 수 있다.

도 11은 전통적인 2프레임 시간 디터링 기법(상단부, 종래 기술)과 2단계 디터링 기법(하단부, 본 발명의 실시예에 따른 기법)의 중요한 차이점을 도시한다. 도 11에서, 2단계 디터링 기법은 2프레임 변조 주기를 갖는다. 백라이트는 본 예에서 루미넌스에 있어서만 변조되며 0.5 및 1.5의 값으로 설정된다. 이는 디스플레이 프레임 레이트와 동조하여 백라이트가 0.5, 1.5, 0.5, 1.5, ...의 루미넌스 값을 갖게 된다는 것을 의미한다. 0.5와 1.5는 백라이트 시스템의 보통의 (선택된) 루미넌스 출력에 상대적인 값을 유의한다. 또한 백라이트의 평균 루미넌스 출력은 변하지 않는다는 것을 유의한다. 도 11은 디스플레이 시스템(백라이트+LCD)의 고유 루미넌스 곡선과, 2프레임 시간 디터링 기법을 사용한 경우의 루미넌스 응답 및 새로운 2단계 디터링 기법을 사용한 경우의 루미넌스 응답을 도시한다. 본 도를 볼 때, 시간 디터링 기법에 의해 새로이 생성된 그레이스케일이 전체 루미넌스 범위에 걸쳐 균일하게 분포되어 있음이 명백하다. 이는 (높은 루미넌스 값에서의) 수 많은 그레이스케일이 쓸모없다는 것을 의미한다. 반면, 새로운 2단계 디터링 기법에서는 많은 그레이스케일이 낮은 루미넌스 부분에 위치해 있으며, 그레이스케일이 더 이상 균일하게 (동일한 간격으로) 분포되어있지 않다.

본 발명의 이러한 실시예를 이용함으로써 새로이 생성된 그레이스케일을 루미넌스 축 상에 정확하게 간격을 두고 위치시키는 방법을 선택 가능하다는 것이 사용자에게 명백할 것이다. 이는 예를 들면 DICOM GSDF 표준으로 매우 훌륭히 조정되는 디스플레이 시스템의 제작을 가능케 한다: 블랙 또는 화이트의 절대 루미넌스 값은 원하는 피크 화이트 루미넌스 레벨에 따라 선택되며 디스플레이 전달 곡선의 정확한 형태는 디터링 알고리즘에 따라 선택된다. 이는 새로이 생성된 그레이스케일이 원하는 타겟 곡선에 일치하도록 하는 방식으로 구성된다. 도 12는 동일한 비교 그래프를 낮은 그레이스케일 값(낮은 루미넌스)에서 상세하게 도시한 것이다. 2프레임 2단계 디터링 기법이 전통적인 2프레임 시간 디터링에 비해 훨씬 더 많은 그레이 레벨을 가지고 있으며 이러한 그레이스케일이 또한 더 유용한 방식으로 위치하고 있음이 명백하다. 이는 새로운 2단계 디터링 기법이 동일한 양의 프레임에 대하여 시간 디터링 기법에 비해 더 좋은 타겟 루미넌스 곡선 응답을 갖게 됨을 의미하며, 또한 타겟 루미넌스 곡선에 대해 요구되는 소정의 일치성(compliance)에 대해 새로운 2단계 디터링 기법은 낮은 변조 주기(프레임 수)를 필요로 하고 그럼으로써 동일한 일치성 레벨을 얻는데 더 적은 모션 아티팩트(motion artifact)가 요구된다는 것을 의미한다. 첫 번째 예는 소정의 타겟 루미넌스 응답 곡선을 얻기 위한 것이다. 예시 플랫폼(platform)은 그레이스케일 LCD 디스플레이, 컬러 LCD 디스플레이, LCD/DLP/DMD 프로젝션 시스템(그레이스케일 및 컬러 모두)이 될 수 있으며, 본 예에 한정되지 않는다.

도 13은 선형의 고유 루미넌스 응답 곡선을 갖는 디스플레이 시스템(이를테면 DLP 또는 DMD 프로젝터)의 특정한 감마형의(gamma-like) 타겟 루미넌스 곡선의 예를 도시한다. 이 상황은 가장 어려운 상황을 나타낼 수 있다: 즉 현재의 DLP/DMD 프로젝션 시스템은 낮은 루미넌스 레벨에서 고품질을 산출해낼 수 없다: 즉 고유 곡선(일반적으로 완전한 선형)과 타겟 곡선 간의 차이가 매우 크고 또한 모션 아티팩트 또는 해상도 손실로 인해 큰 디터링 기법을 사용하는 것이 불가능하기 때문에, 낮은 루미넌스에서의 그레이스케일 수는 매우 제한적이다.

도 13은 또한 3프레임 시간 디터링 기법과 3프레임 2단계 디터링 기법 간의 비교를 보여준다. 2단계 디터링 기법은 특히 낮은 루미넌스 값에서 타겟 곡선에 대해 훨씬 우수한 일치성을 가지며 그와 동시에 2단계 디터링 기법은 높은 루미넌스 값에서도 매우 우수한 일치성을 가진다(시간 디터링과 비교하여 동등하거나 그 이상)는 것이 명백하다. 이 경우 3프레임 2단계 디터링 기법은 0.1-1.0-1.9의 백라이트 루미넌스 변조 인자(factor)를 사용하였다. 이는 백라이트의 루미넌스 값이 디스플레이 시스템의 프레임 레이트와 동기화하여 변조될 것이며 0.1-1.0-1.9, 0.1-1.0-1.9, ...의 (백라이트의 보통의 선택된 루미넌스 출력에 상대적인) 루미넌스 값을 가질 것임을 의미한다. 백라이트 시스템의 평균 루미넌스 출력은 여전히 동일하다는 것을 유의한다(평균 1.0).

도 22에 도시된 표 1은, 2단계 디터링 기법의 상세한 픽셀 데이터 디터링 기법과 수치적인 성능 결과를 보여준다. 제1 열은 현재의 그레이스케일의 비디오 레벨(디지털 구동 레벨; DDL)을 보여준다. 제2 열은 2단계 디터링 기법으로 얻어진 상기 그레이스케일에 대한 루미넌스 응답을 보여준다. 또 다른 열은 상기 비디오 레벨에 대한 타겟 루미넌스 응답을 보여준다. 그 뒤의 세 개의 열(픽셀 데이터라고 표시된 열의 우측 세 열)은 본 예에서 사용된 정확한 변조 방식을 보여준다.

예를 들면 그레이스케일 127에 대해 필요한 픽셀 데이터의 변조는 61-6-25이다. 이는 그레이스케일 레벨 127이 나타나야 하는 경우 백라이트 값 0.1을 갖는 프레임에 대해 패넬(예로, LCD/DLP/DMD)로 전송되는 픽셀 값은 61이 된다는 것을 의미한다. 백라이트 루미넌스 1.0인 프레임에 대해 픽셀 값은 6이 되고 백라이트 루미넌스 값 1.9인 프레임에 대해 픽셀 값은 25가 된다. 다른 예에서: 160의 타겟 그레이스케일 레벨을 생성하기 위해 변조 기법은 (백라이트 루미넌스, 패넬로 전송되는 픽셀 데이터) = (0.1, 144); (1.0, 94); (1.9, 14); (0.1, 144); (1.0, 94); (1.9, 14); ...이 된다. 본 발명의 일부 실시예는 낮은 원가의 LCD 패넬(대부분 6bit)이 사용되는 휴대용 장비 응용 장치에 특히 유용할 수 있다는 것을 유의한다.

도 22에 도시된, 예를 들면 표 1의 픽셀 데이터에 있어서의 결과는 구동 신호의 함수로서 LCD 패널의 투과율(transmission)을 측정함으로써 얻어진 것임을 주목한다. 상기 측정 자체는, 단지 백라이트를 고정된 값으로 설정하고 비디오 신호에 대한 스위프(sweep)가 수행되는 동안 LCD가 얼마나 많은 빛(light)을 생성했는지를 결정함으로써 수행된다. 상기 결과는 구동 신호(예를 들면 0과 1023 사이의 1024개 그레이 레벨) 및 투과율 결과(예를 들면 0%와 100% 사이, 여기서 100%는 스케일되어 최대 그레이 레벨에서 구동될 경우의 패널의 루미넌스 값에 대응함)를 나타내는 표가 될 수 있다. 백라이트의 루미넌스 강도 및 LCD의 픽셀 데이터를 알면, 디스플레이의 사용자에게 의해 인지되는 루미넌스를 구하는 것은 간단하다. 예를 들면, 특정 비디오 레벨이 50%의 투과율을 가지며 그 시점에서 백라이트는 보통의 루미넌스 강도의 두 배로 설정되었다고 가정하자. 그러면 당해 시간 간격(단일 프레임) 동안 인지되는 루미넌스 값은 원(original) 루미넌스 강도와 동일할 것이다( $50\% \times 200\% = 100\%$ ).

2단계 디더링 기법의 두 번째 장점은 그레이스케일 디스플레이 시스템에 있어서의 색 변이 문제에 관한 것이다. 이 경우 백라이트의 루미넌스 값 뿐만 아니라 백라이트의 색점도 변조되게 된다. 이는 연속적인 프레임에 대해 백라이트가 완전히 다른 색점을 가질 수 있다는 것을 의미한다. 이런 식으로 그레이스케일 디스플레이 시스템에 있어서 (서로 다른 프레임에 대해 백라이트의 올바른 색점을 선택하고 또한 백라이트와 LCD 조합의 색점이 전체 디스플레이 시스템에 대한 타겟 색점을 산출하도록 각 비디오 레벨과 각 프레임에 대하여 적합한 LCD 픽셀 디더링 기법 픽셀 데이터를 선택함으로써) 색 전이를 제거하고 동시에 타겟 루미넌스 응답 곡선을 따르도록 하는 것이 가능하다.

도 14는 그레이스케일 의료용 LCD 디스플레이의 색 변이를 그레이스케일 값(디지털 구동 레벨 또는 DDL)의 함수로 도시한다. 원 색상 좌표(LCD의 고유 색 변이)와 2단계 디더링 기법을 사용한 색 좌표가 도시되어 있다. 도 14에서는 2프레임 2단계 디더링 기법이 사용되었으며 정확한 루미넌스 타겟 응답을 얻는 것과 색 변이를 제거하는 것 간의 밸런싱이 목적이었다. 색 변이가 크게 감소하였음이 명백하다. 고유 색 좌표는  $(x; y) = (0.223; 0.25)$ 와  $(x; y) = (0.254; 0.32)$  사이에서 변화하는데 반해 2단계 디더링 기법을 사용한 경우의 색 변이는 단지  $(x; y) = (0.242; 0.298)$  내지  $(x; y) = (0.258; 0.322)$ 의 범위이다. 일반인은  $(x; y)$  색상계에서 0.005 거리 차의 색상을 알아볼 수 있다. 도 15는 상기와 같은 구성에 대한 타겟 루미넌스 응답을 도시한다. 그 결과는 색 변이 문제를 감소시킴과 동시에 루미넌스 타겟 곡선에도 따를 수 있음을 보여준다. 디스플레이의 사용자는 색상의 일치성과 타겟 루미넌스 응답 곡선 사이의 이러한 밸런싱을 결정할 수 있음을 주목한다.

도 16 및 도 17은 또 다른 2프레임 2단계 디더링 변조 기법을 도시하나, 이번에는 주 목적이 색 변이를 제거하는 것이었다. 도 14, 15, 16 및 17에 있어서 동일한 디스플레이 시스템이 이용되었다. 도 16은 2단계 디더링 기법을 사용함으로써 그레이스케일 디스플레이 시스템에 있어서 색 변이 문제를 (거의) 완벽하게 제거할 수 있음을 보여준다. 남은 색상 차이는  $(x; y)$  색상계에 있어서 여유있게 0.005 범위 내에 든다. 색 변이를 방지하도록 최적화된 경우에서도 루미넌스 타겟 응답은 밸런싱된 경우 만큼은 아니지만 매우 좋은 결과를 보인다(도 17 참조). 색 변이를 제거하는 대신, 필요한 색 변이를 실제로 일으키는 것도 역시 가능하다는 것을 주목한다. 예를 들면, 그레이 레벨이 증가하는 경우 그레이 레벨의 색점이 규정된 방식으로 적색 쪽에서 녹색 쪽으로 변화하였다면, 이것이 유용할 수 있다. 이는 디스플레이 시스템에서 제한된 양의 색상만이 필요한 경우 흥미로울 수 있다. 예를 들면 위성 이미지를 디스플레이하기 위해 몇몇 색상이 필요하지만, (낮은 루미넌스 출력 및 낮은 콘트라스트 비율로 인해) 컬러 LCD를 사용하지 않고도 디스플레이할 수 있다. 색상에 최적화된 루미넌스 타겟 일치성이 도 17에 도시되어 있다. 도 23에 도시된 표 2는 색상에 최적화된 경우에 사용된 픽셀 데이터의 예이다. 백라이트 루미넌스 변조는  $(1.995; 0.01)$ 이었고 백라이트의 색점 변조는 프레임 1에 대해  $(x; y) = (0.99; 0.98)$ , 프레임 2에 대해  $(1.55; 1.9)$ 이었다. 이는 시간에 대해(프레임 기반으로) 백라이트가 다음의 특성을 갖게 된다는 것을 의미한다; 즉 (루미넌스; x-좌표; y-좌표):  $(1.995; 0.99; 0.98)$ ,  $(0.01; 1.55; 1.9)$ ,  $(1.995; 0.99; 0.98)$ ,  $(0.01; 1.55; 1.9)$ .... 이러한 인자들은 백라이트의 고유 값과 비교할 때의 상대적인 값이라는 점을 다시 한번 유의한다. 이는, 백라이트의 고유 루미넌스가  $10000 \text{ cd/m}^2$ 라면 변조 루미넌스 값은 프레임 1에서  $10000 \times 1.995 \text{ cd/m}^2$ , 프레임 2에서  $10000 \times 0.01 \text{ cd/m}^2$ 가 되어야 한다는 것을 의미한다. 색온도에도 같은 원리가 적용된다: 예를 들면, 백라이트의 고유 색온도가  $(x; y) = (0.24; 0.32)$ 라면 변조 색온도는 프레임 1에서  $(x; y) = (0.24 \times 0.99; 0.32 \times 0.98)$ , 프레임 2에서  $(x; y) = (0.24 \times 1.55; 0.32 \times 1.9)$ 가 될 것이다. 도 23에 도시된 표 2는 도 16 및 도 17의 결과를 얻기 위한 픽셀 데이터 변조를 보여준다. 표 2에서, 각각의 타겟 그레이 레벨에 대해 패널로 전송되는 픽셀 데이터가 두 개의 프레임에 대하여 도시되어 있다.

예를 들면, 타겟 그레이 레벨 105를 얻기 위해 패널에 전송되는 실제 픽셀 데이터는 프레임 1(백라이트 루미넌스가 1.995인 프레임)에서 119, 프레임 2(백라이트 루미넌스 값이 0.01인 프레임)에서 157이 될 것이다. 참고로, 도 18 및 도 19는 종래 기술의 시간 디더링과 2프레임 시간 디더링 기법에 대한 색 변이 및 타겟 루미넌스로의 일치성을 도시하며 이는 도 14-17에서 사용한 것과 동일한 디스플레이 시스템에 대한 것이다.

물론 2단계 디더링 기법은 2 프레임 외의 길이의 주기를 가질 수 있다. 사실 디스플레이 시스템의 프레임 레이트와 동기화 되는 한 임의의 길이의 주기를 가질 수 있다. 이는 백라이트의 변조 주파수는 디스플레이 시스템의 프레임 레이트와 동일하거나, 그보다 높거나 낮을 수 있다는 것을 의미한다. 예로, 도 20 및 21은 3 프레임의 주기에 대한 2단계 디더링 기법의 성능을 도시하고 있다. 도 24에 도시된 표 3은 상기 변조 기법을 달성하기 위한 픽셀 데이터의 예를 보여준다.

3프레임 2단계 디더링 기법을 이용함으로써 색 변이를 거의 완벽하게 제거할 수 있으며, 동시에 타겟 루미넌스 곡선에 대한 일치성도 뛰어나다는 것을 쉽게 알 수 있다. 2단계 디더링 기법의 정확한 길이(주기)는 정확도(루미넌스 및 색상 모두)와 이입된 아티팩트(주기가 길어지는 경우의 모션 아티팩트)를 밸런싱함으로써 결정된다. 상기 설명된 바와 같이 색 변이를 제거하는 것과 루미넌스 타겟 곡선에 일치시키는 것 사이에서의 정확도를 밸런싱하는 것도 가능하다. 일정한 색 포인트를 유지하는 대신 그레이스케일 디스플레이 시스템에서 선택된 특정 색 변이를 일으키는 것도 가능하다는 점을 주목한다. 예를 들면 어두운 그레이스케일은 더 녹색으로 보이도록 하고 높은 그레이스케일은 더 적색으로 보이도록 만드는 것은 흥미롭다. 물론 임의의 색상 동작(colour behavior)도 가능하다. LCD에 있어서 이러한 점은 색상 필터가 필요없게 되어 광 출력 및 콘트라스트 비율이 컬러 LCD와 비교할 때 훨씬 높아진다는 이점이 있다. 이는 컬러 디스플레이 시스템의 단점을 지니지 않고도 그레이스케일 디스플레이 시스템으로 (제한된) 색상을 경험하게 된다는 것을 의미한다. 가능한 어플리케이션 영역은 (예를 들면 고도 해석을 용이하게 하기 위한) 위성 영상(satellite imaging)이다. 또 다른 특징은 (예를 들면 여러 계조(gradation)에 있어서) 소정 임계치 이하의 값을 가진 모든 픽셀은 녹색인데 임계치 이상의 모든 픽셀은 적색인 것일 수 있다.

세 번째 가능한 어플리케이션은 컬러 디스플레이 시스템의 색상 프로파일 일치성(colour-profile compliance)을 향상시키는 것이다. 이 경우 백라이트 루미넌스 및/또는 색점은 디스플레이 프레임 레이트와 동기화되어 변조되게 되며 또한 (복수의 색상 서브 픽셀로 구성된) 디스플레이 픽셀 데이터도 디더링되게 된다.

#### **종래 기술과의 결합(Combination with existing technologies):**

이하에서, 종래 기술과의 결합을 포함하여, 실시예의 몇몇 실무적인 구현 문제가 논의된다. 기술된 실시예는, 예를 들면 프로젝션 시스템 디스플레이와 같은 디스플레이에 일반적으로 이용되는 컬러 순차 구동 기술과 조합하여 사용될 수 있다. 컬러 순차 시스템에서 컬러 이미지는 한데 모여 컬러 이미지를 형성하는 복수의 기본 컬러 이미지를 순차적으로 생성함으로써 생성된다. 예를 들면, 컬러 순차 LCD 디스플레이 시스템에서, 백라이트는 예를 들면 적색, 녹색, 청색 사이에서 계속적으로 스위칭될 것이다. 제1 프레임에서 백라이트는 적색이 되고, 해당 프레임에서 LCD 픽셀은 디스플레이될 컬러 이미지의 적색 성분(component)을 나타내도록 구동될 것이다. 제2 프레임에서 백라이트는 녹색으로 설정될 것이고, LCD 픽셀은 디스플레이될 컬러 이미지에서 녹색 성분을 나타내도록 구동될 것이다. 제3 프레임에서 백라이트는 청색으로 설정될 것이며 LCD 픽셀은 청색 성분을 나타내도록 구동될 것이다. 프레임 레이트가 충분히 높다면 인간의 눈은 이들 이미지를 종합하고 이들 세 개의 개별적으로는 단색(monochrome)인 프레임의 조합이 컬러 이미지로서 인식되게 된다. 동일한 원리가 프로젝션 디스플레이에도 이용될 수 있다. 프로젝션 디스플레이의 광원(light source)은 일반적으로 색점에서 스위칭될 수 없기 때문에, 백라이트에 있어서 서로 다른 색상을 생성하기 위해 보통 필터 (컬러) 휠(filter wheel)을 사용한다. 이는 백라이트 자체가 광원(보통 흰색)으로 이루어져 있으며 각각의 프레임에 대한 색상은 백라이트 색상을 이룰때면 적색에서 녹색, 청색으로 계속 변경시키는 컬러 휠에 의해 생성된다는 것을 의미한다. 종종 루미넌스 출력을 끌어올리기 위해 나타나는 화이트 필드도 있다. 컬러 순차 기술에서도 일반적인 3컬러 디스플레이 기술 또는 모노크롬 디스플레이 기술과 동일한 문제가 나타난다: 즉 어두운 루미넌스 영역에서는 흔히 그레이스케일이 부족하고 LCD의 색 변이 문제도 여전히 존재한다(예를 들면 컬러 순차 시스템의 화이트 필드가 색점에서 여전히 발생한다).

본 발명의 실시예는 컬러 순차 기술을 약간 변형하여 통합될 수 있다. 우선, 컬러 시퀀스 기술에서는 세 개의 서로 다른 색상 소스를 최대 강도에서 순차적으로 구동시킴으로써 컬러 이미지가 생성된다. 실제로, LED 백라이트를 갖는 LCD의 경우에 있어서 1프레임에서 모든 적색 LED가 구동되고 적색 또는 청색 LED는 구동되지 않으며, 2프레임에서는 녹색 LED만 구동되고 3프레임에서는 청색 LED만 구동되게 된다. 필터 휠 방식에서도 동일한 원리가 적용된다: 즉 각 프레임에서 단 하나의 색상 성분만이 전송되게 된다. 본 발명의 실시예와 조합하기 위해, 상기 컬러 순차 변조에 다른 변조 방식이 추가된다. LED 백라이트를 갖는 LCD 디스플레이의 경우, "기본 색상"의 색점은 더 긴 주기로 추가 변조된다(extra modulated). 다시 말해, 3프레임 적, 녹, 청을 사용하는 컬러 순차 LCD 디스플레이의 예를 들어보면, 본 발명과 결합된다는 것은 적색 그 자체도 시간에 대하여 변조된다는 것을 의미한다. 2프레임 2단계 디더링 기법은 예를 들면 적색 색상에 두 개의 (약간) 다른 변형이 존재하며 상기 두 적색 색상의 루미넌스 값이 서로 다를 수 있다는 것을 의미한다. 녹색 및 청색 색상에도 동일한 개념이 적용된다. 다시 말하면 컬러 순차 디스플레이 시스템으로부터의 세 프레임은 컬러 디스플레이 상의 단일 프레임에 비교될 수도 있으며, "컬러 디스플레이 프레임"은 구현 동작을 위해 시간에 대해 색상 및/또는 루미넌스에 있어서 변조될 수 있다. 다시 말하면, 보통의 컬러 순차 시스템은 R, G, B, W, R, G, B, W, ... 과 같은 순차적 프레임에 대한 백라이

트 값을 가질 수 있다는 점에서 출발할 수 있으며 여기서 R은 특정 색점 및 루미넌스를 갖는 적색류(red-alike) 색상을 나타내고 G, B, W는 특정 색점 및 루미넌스 값을 갖는 빛을 나타낸다. 예를 들어 만일 2단계 디더링 기법이 이러한 컬러 순차 디스플레이 시스템에 사용된다면 순차적 프레임에 대한 백라이트 값은 R1, G1, B1, W1, R2, G2, B2, W2, R1, G1, B1, W1, ...와 같이 보일 수 있으며, 여기서 R1은 특정 색점 및 루미넌스를 갖는 적색류 색상이고 R2는 R1과 다른 색점 및 루미넌스 값을 갖는 적색류 색상이다. 또한 G1, G2; B1, B2; W1, W2 모두 서로 다른 색점 및/또는 루미넌스 값을 갖는 한 쌍의 값이다(모든 기본 색이 변조되는 것이 요건은 아니지만, 예를 들어 R1은 R2와 다르지만 그와 동시에 B1은 B2와 동일할 수도 있다).

필터 휠을 구비한 컬러 순차 프로젝션 시스템에 있어서도 원리는 동일하다. 이 경우, 컬러 순차 구동의 상단에 별도의 변조를 얻기 위해, 기존 필터 휠에 별도의 컬러 필터를 추가하는 것이 가능하다(예를 들면 2프레임 2단계 디더링 기법이 필요한 경우 4개의 컬러 필터 대신 8개의 컬러 필터 휠을 사용하며, 필터는 루미넌스 강도를 변경시키기 위해 중성 농도의 필터로만 구성되거나 빛 스펙트럼을 변경시킴으로써 색상을 변경시킬 수도 있다). 이 경우 디스플레이 시스템의 사용자에 의해 인지되는 것과 동일한 "실제 프레임 레이트"를 갖기 위해 필터 휠 및 패널 자체의 속도를 증가시키는 것도 가능하지만, 그럼에도 필터 휠은 동일한 속도로 회전할 수 있다. 또한 기존 필터 휠의 앞 또는 뒤에 별도의 필터 휠을 추가하는 것도 가능하다. 이러한 필터 휠은 기존 필터 휠과는 분리되어 2단계 디더링 기법에 필요한 별도의 변조를 수행한다. 필터 휠의 크기(필터의 수)는 두 필터 휠에 대해 서로 다를 수 있다.

또 다른 가능성은 필터 휠 대신 스위치 가능한 미러(switchable mirror)를 사용하는 것이다. 공급 전압에 의해 빛의 대부분 또는 일부를 투과시키는 투과 상태와, 빛의 대부분 또는 일부가 반사되거나 흡수되는 상태 사이를 스위치할 수 있는 물질이 존재한다.

디스플레이 시스템 영역에 걸쳐 공간적 변형을 포함하도록 실시예를 최적화하는 것도 가능하다는 것을 주목한다. 예를 들면, LCD 디스플레이에 있어서 디스플레이 영역에 걸쳐 항상 루미넌스 동작(전달 곡선) 및 색상 동작(투과 스펙트럼)에 있어서 일부 변형이 존재한다. 이는 예를 들면 LCD 상의 특정 부분이 다른 영역보다 더 밝거나 어둡다는 것 또는 LCD 상의 정확한 위치에 따라 루미넌스 전달 곡선에 있어서 중대한 차이가 존재한다는 것을 의미할 수 있다. 동일한 문제가 색상 동작에 대하여도 존재한다. 전체 디스플레이 영역에 걸쳐 디스플레이의 서로 다른 루미넌스 및/또는 색상 동작을 실제로 감안함으로써 2단계 디더링 기법을 최적화할 수 있다. 이것은 처리되고 있는 각각의 픽셀의 공간적 위치에 따라 LC 패널로 전달되는 다른 픽셀 데이터를 사용하는 것을 의미한다(즉 루미넌스 및/또는 색상에 있어서, 보다 우수한 균일도(uniformity)를 얻기 위해 각각의 개별적인 픽셀까지의 픽셀 데이터가 변경되는 디지털 균일도 보정 기술(digital uniformity correction technique)과 본 발명을 조합할 수 있다). 그러나 일부 디스플레이 시스템은 미세 피치 백라이트 시스템(fine pitch backlight system)을 갖는다. LCD의 백라이트가 불과 수 밀리미터의 피치를 갖는 수백, 수천 개의 작은 LED로 구성되는 예가 존재한다. 그러한 경우 각각의 개별적인 LED는 해당 LED(위)의 이웃에 위치한 비교적 작은 수의 픽셀에만 효과를 미친다. 그러한 경우 LED의 위치 및 LCD 디스플레이 상의 정확한 공간적 위치에 의존하는 모든 픽셀(또는 픽셀 그룹)에 대한 개별적인 픽셀 데이터 기법에 따라 개별적인 LED에 대한 특정 프레임 루미넌스 및/또는 색상 값을 규정하는 것도 가능하다.

### 실제상의 고찰(Practical remarks):

정확한 디더링 변수의 선택(프레임 수, 모든 프레임에 대한 백라이트 강도, 모든 프레임에 대한 백라이트의 색점, 모든 프레임 및 모든 비디오 레벨에 대한 디스플레이 픽셀 디더링 기법)은 파라미터의 수에 기초한다. 첫 번째 파라미터는 백라이트 동작이다: 즉 백라이트의 구동 레벨의 함수에 있어서의 백라이트의 루미넌스 및 색상 동작이다(일반적으로 백라이트는 최소 DAC 값 0과 최대 DAC 값, 이를테면 4095 사이에서 구동될 수 있다. DAC 값은 백라이트 램프 또는 LED로 전달되는 전류와 관련된다). 두 번째 파라미터는 디스플레이 패널(LCD, DMD, DLP)의 동작이다. 이는 패널의 DDL의 기능과 같은 패널의 루미넌스 및 색상 동작으로 간주될 수 있다. 다시 말해 패널이 픽셀 데이터의 함수로 루미넌스 및 색상 동작에 있어서 어떻게 동작하는가이다. 예를 들면 투과형 LCD에 대해 이는 LCD의 디지털 구동 값의 함수에 있어서 투과 스펙트럼으로 표현될 수 있다. 디지털 구동 값 테이블은 모노크롬 LCD의 경우 1차원 어레이로 구성될 수 있으며 각 픽셀이 복수의 서브 픽셀로 구성되는 모노크롬 LCD의 경우는 다차원 어레이, 또는 각 픽셀이 다수의 컬러 서브 픽셀로 구성된 컬러 LCD의 경우 다차원 테이블로 구성된다. 이는 최적의 디더링 변수는 각각의 디스플레이 시스템에 따라 서로 다를 수 있는 파라미터에 종속한다는 것을 의미한다. 사실, 백라이트 동작은 각각의 개별적인 백라이트(예를 들면 일반적으로 서로 다른 LED 배치(batch) 사이의 루미넌스 및 색상 동작 간에 많은 변형이 존재하는 LED 백라이트) 또는 각각의 개별적인 패널(예를 들면 LCD 패널의 투과 스펙트럼은 패널마다 크게 다를 수 있음)에 대해 달라질 수 있다.

따라서 두 가지 가능성이 존재한다: 즉 파라미터에 있어서의 변형이 개별 장치에 따라 크게 변화하지 않는다면 동일한 유형 또는 동일한 배치(batch)의 장치 모두에 대해 동일한 디더링 변수가 사용될 수 있다. 이는 디스플레이 시스템을 디스플레이

레이 시스템을 특성화(characterize)하고 사용될 정확한 디더링 기법을 결정하는 시간을 크게 감소시킨다. 반면 루미넌스 및/또는 색상의 아주 정확한 재현이 필요한 경우 각각의 개별적인 디스플레이 시스템은 각 디스플레이 시스템에 대해 최적의 디더링 기법을 결정하기 위해 특성화될 수 있다. 또 다른 방안은 디스플레이 시스템 간의 변형이 존재하는 경우에도 성능이 어느 정도 동일하게 되도록 정확한 디더링 기법을 선택하는 것일 수 있다. 예를 들면 백라이트가 LED 기반인 경우를 가정한다. 심하게 어두워진 LED는 더 이상 빛을 방출하지 않을 것이다. 정확한 디밍 범위(dimming range)는 서로 다른 LED 배치(batch) 간에 또는 LED마다 달라질 수 있다. 따라서 절충안은 매우 깊은 디밍(즉 최적이지 않음)을 사용하는 것이 아니라 모든 디스플레이 시스템에 대해 안전한 값을 선택하는 것이다.

본 발명의 실시예는 색상 및 루미넌스의 정확한 재현을 얻기 위해 백라이트 루미넌스와 색 좌표의 조합 및 패널 동작을 이용한다. 물론 백라이트(디스플레이 시스템의 루미넌스 소스) 및 패널(디스플레이 시스템의 변조 시스템)의 동작이 변화한다면 디더링 기법은 더 이상 최적의 것이 아닐 수 있다. 따라서 이러한 동작 변화를 보상하기 위해 별도의 측정 장치가 사용될 수 있다. 첫 번째 예는 센서가 백라이트 시스템의 루미넌스 및 색상 동작을 모니터링(monitor)할 수 있는 것이다. 루미넌스 및/또는 색상 동작이 변화하는 경우 이미 알고 있는 본래 색상 및 루미넌스 동작과 새로이 측정된 디스플레이 시스템의 색상 및 루미넌스 동작에 기초하여 새로운 디더링 기법이 산출될 수 있다. 수천 시간의 동작 이후에 백라이트가 적색 편향의 색 변이를 갖는다고 가정하면, 이러한 정보는 디더링 기법의 개별적인 프레임에 대한 백라이트의 필요한 색점이 여전히 옳다고 보증하는데 사용될 수 있다.

물론 루미넌스에 대하여도 동일한 원리가 적용된다: 백라이트 시스템의 루미넌스 대 구동 레벨의 전달 곡선이 변화한다면, 백라이트 시스템을 구동하는데 다른 DAC 값을 사용할 필요가 있을 수 있다. 이는 백라이트 출력을 측정하고 새로운 디더링 기법을 산출하는 연속적인 프로세스가 될 수 있다. 백라이트 동작의 변화에 따른 성능이 특정 임계치를 초과하지 않는 한 현재의 디더링 기법이 사용되는 그러한 임계치가 수립될 수 있다는 점을 주목한다. 임계치를 초과하는 경우 새로운 디더링 기법이 산출될 수 있다. 센서 측정은 지속적으로 수행되거나 고정된 또는 선택된 시점에서 수행될 수 있다는 점을 주목한다. 항상 디더링 기법의 모든 개별적인 프레임에 대해 측정할 필요가 있는 것은 아니라는 점을 주목한다: 즉 루미넌스 및 색상에 있어서 하나의 프레임만 측정되면 다른 프레임에 대한 측정은 상기 정보를 이용하여 쉽게 예측될 수 있다. 또한 디스플레이의 수명(lifetime) 동안 (모든 구동 레벨이 투과 스펙트럼에 있어서 동일한 변화를 겪는 상황도 가능하지만, 이상적으로는 구동 레벨의 함수에 있어서) LCD의 투과 스펙트럼을 측정하는 것도 가능하다는 점을 주목한다. 이러한 정보는 또한 2단계 디더링 기법이 최적으로 구성되었음을 보증하는데 이용될 수 있다. 디스플레이 시스템의 투과 스펙트럼의 이러한 측정은 사용자의 요청에 의해, 정기적으로 또는 지속적으로 이루어질 수 있다.

안정화 장치(stabilization device)와 조합하는 것도 가능하다. 안정화 장치는 일반적으로 루미넌스 및/또는 색점 또는 특정 상태의 콘트라스트 비율과 같은 파라미터를 측정하고 예를 들면 (백라이트 구동 값 또는 픽셀 값을 변화시킴으로써) 루미넌스 및/또는 색상이 항상 선택된 타겟 값과 동일함을 보증하며, 상기 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 의료용 영상에 있어서 디스플레이의 화이트 루미넌스(완전한 백색이 디스플레이되는 경우의 루미넌스 출력)는 선택된 레벨(예를 들면  $500\text{cd/m}^2$ )에서 쉽게 안정을 유지한다. 물론 그러한 안정화 시스템을 본 발명의 실시예와 함께 사용하는 것도 가능하다. 이 경우 화이트 루미넌스(또한 아마도 화이트 색점도)는 디스플레이의 루미넌스 출력 및 색점을 결정하게 된다. 그러면 2단계 디더링 기법은 완전 흰색에서의 루미넌스 및 색점 양쪽이 더 이상 변화하지 않도록 구성될 수 있다. 이는 디더링 주기 동안의 평균 루미넌스 출력이 타겟 루미넌스와 일치함을 보증함으로써 또한 디더링 주기의 평균 색점이 타겟 색점과 일치함을 보증함으로써 이루어질 수 있다.

측정치가 백라이트 시스템과 패널의 조합의 최종 출력의 것이라면 디더링 변수(백라이트 루미넌스 및 색상 값 및 픽셀 디더링 데이터)의 계산 방법은 많은 경우에 있어서 좀 더 정확한 결과를 산출할 수 있다. 이는 백라이트 시스템이 보통 가시 스펙트럼 범위(380nm-800nm)에 걸쳐 잘 분포되어 있는 특정 스펙트럼을 갖는 빛을 생성하기 때문이다. 그와 동시에, 패널의 투과 스펙트럼은 동일한 가시 스펙트럼 범위에 분포된다. 예를 들면, 백라이트가 사용되는 모노크롬 디스플레이 시스템과 비디오 0 레벨부터 비디오 최대 레벨까지에 있어서 측정된 색 변이를 가정한다. 그러면 백라이트의 색상에 변화가 있는 경우 비례적으로 동일한 색 변이가 나타난다는 것이 논리적으로 확실한 것은 아니다. 다시 말해, 디스플레이 시스템의 측정된 빛의 x-좌표가 최소 비디오 레벨과 비교할 때 최대 비디오 레벨에서 20% 더 크다고 가정하면, 백라이트 색상이 변화된 경우 이 원리가 여전히 적용된다고 논리적으로 확신할 수 없다. 따라서 백라이트 루미넌스/색점 및 패널의 많은 조합을 측정하거나 적어도 디더링 기법의 성능을 입증하기 위한 이론이 필요하다. 근본적인 이유는 백라이트 시스템의 광원(일반적으로 흰색 또는 적, 녹, 청 소스)가 x-좌표 및 y-좌표의 스펙트럼 곡선을 따르지 않는다는 것이다.

백라이트의 투과 스펙트럼의 측정(복수의 루미넌스 값에 대한 것) 및 투과 스펙트럼의 특성화(필터 특성)에 기초하여 수학적으로 산출함으로써 이러한 많은 측정을 피할 수 있는 가능성이 있다. 다시 말해 백라이트 루미넌스/색점과 패널의 모든 조합이 예측될 수 있다. 환언하면, 개개의 구성요소의 설정(setting)에 기초하여 전체 디스플레이 시스템의 루미넌스 및 색상 동작을 예측할 수 있다. 또한, 매우 좁은 스펙트럼(이를테면 특정 LED)을 갖는 소스를 이용하는 백라이트 시스템이 사

용되는 경우, 패널이 동일한 색 변이를 낳을 것이며 이는 백라이트 시스템의 색점에 독립적이라고 가정하는 것도 납득될 수 있다. 메타머리즘(metamerism; 조건동색)으로 인해 루미넌스 및/또는 색상 재현 정확도에 있어서 동등하게 훌륭히 수행되는 것으로 보이는 복수의 해결 방안을 얻을 수 있다. 그러나, 그러한 해결 방안은 플리커(flicker)에 덜 민감하고 제조하기 쉬운 기타의 유리한 특성을 가질 수 있다(이는 필요한 색점 또는 디밍 비율이 보다 실행에 적합하기 때문이다).

긴 응답 시간을 갖는 LCD를 사용하는 경우 픽셀 데이터에 대한 디더링 기법에 별도의 제약을 가하는 것은 흥미로울 수 있다. 사실, 기술된 실시예에서, 연속적인 프레임에 있어서 픽셀 데이터는 일반적으로 매우 낮은 값부터 매우 높은 값까지 변화하여야 한다. LCD의 응답 시간이 매우 길다면 가시 아티팩트(visual artifact)가 다음과 같은 방식으로 이입될 수 있다: 즉 해당 픽셀에 대한 루미넌스 및/또는 색상 값이 완전히 잘못된 것일 수 있다. 가능한 하나의 해결 방안은 LCD가 수행할 수 없는 천이(transition)를 사용하는 것을 피하는 것이다. 한 비디오 레벨에서 다른 비디오 레벨까지에 있어서 LCD의 상승 및 하강 시간(rise and fall time)을 보여주는 천이 차트를 측정하는 것은 용이하다. 특정 천이(예를 들면 비디오 레벨 23 - 비디오 레벨 214)에 대한 상승 또는 하강 시간이 너무 크다면, 이러한 천이는 디더링 기법에서 회피될 수 있고 다른 (색상 및/또는 루미넌스의 재생과 관련하여 덜 최적인) 디더링 기법이 상기 특정 경우(이 경우 백라이트에 대해 다른 루미넌스 및/또는 색점 값을 사용하는 것을 포함할 수 있다)에 사용될 수 있다.

또 다른 해결 방안은 점멸 백라이트 시스템(blinking backlight system)을 사용하는 것이다. 사실, 광 투과가 프레임 내에서 일어나는 정확한 장소는 실제로 문제가 되지 않는다. 이는 프레임에 걸쳐 동등하게 분산되거나 프레임 주기의 하나 또는 그 이상의 부분에 집중될 수도 있다. 예를 들어 대부분의 빛 에너지를 각 프레임의 말단에 집중시키는 점멸 백라이트를 사용하는 경우, 느린 LCD의 문제를 감소시킬 수 있다. 이는 당연히 백라이트가 보다 집중된 에너지(짧은 시간 내에 동일한 양의 에너지)를 방출할 필요가 있음을 의미한다. 예를 들어 프레임의 말단에 에너지가 집중되는 경우(본 예에 한정되지 않음), LCD는 실제 빛이 생성되기 이전 필요한 천이를 완료하는데 더 많은 시간을 갖는다. 이는 (보통 아티팩트 및/또는 잘못된 루미넌스 및/또는 색점을 발생시키고) 백라이트가 빛을 생성하기 전에 발생하는 픽셀의 모든 천이에 대해 문제가 해결된다는 것을 의미한다.

본 발명의 실시예와 픽셀 데이터의 변화를 이용하는 다양한 응답 시간 향상 기술, 이를테면 오버드라이브 기술, 피드포워드 및 피드백워드 보상(feed forward and feed backward compensation)을 조합할 수도 있음을 주목한다(본 예에 한정되지 않는다).

패널의 응답 시간을 극복하는 또 다른 방법은 필요한 디더링 기법을 산출할 때 패널의 응답 시간을 실질적으로 고려하는 것이다. 특정 픽셀 천이가 특정 분량의 시간을 필요로 한다는 것이 미리 알려져 있다면, 상기 천이 중 디스플레이 시스템에 의해 생성되는, 빛이 될 것(what the light will be)이 산출될 수 있다. 물론 이는 항상 정확한 천이 시간이 알려질 것을 필요로 한다. LCD의 응답 시간은 시간에 걸쳐 그리고 온도에 따라 변화할 수 있음을 주목한다.

또한 픽셀 디더링 기법에 있어서 그레이 레벨 간에 특정 천이를 사용하지 않을, 또는 픽셀 디더링 기법에 있어서 모든 특정 그레이 레벨에서 특정 천이를 사용하지 않을 다른 이유가 존재한다. 디스플레이 영역에 걸쳐 좋지 않은 균일도(루미넌스 및/또는 색상)를 갖거나 좋지 않은 시야 각도 특성(viewing angle characteristics)을 갖는 특정 비디오 레벨을 피하는 것이 유용할 수 있다. 2단계 디더링은 사실 디더링 주기의 일부 또는 전부의 프레임에 대한 백라이트 루미넌스 및/또는 색점을 변화시킴으로써 LCD로 전달되는 특정 구동 신호를 회피할 수 있다. 예를 들면, 그레이스케일 LCD 상에서, 좋지 않은 시야 각도 동작을 갖는 비디오 레벨 8(다소 어두운 레벨)을 사용하는 대신, 보다 우수한 시야 각도 동작을 갖는 레벨 200(다소 높은 비디오 레벨)을 사용하여 하나 이상의 프레임에 대해 백라이트의 루미넌스 값을 변화시킴으로써 루미넌스 출력이 여전히 적합함을 보증하는 것이 좋다. 이 경우 평균 루미넌스 레벨이 여전히 적합함을 보증하기 위해 적어도 한 프레임에 대해 백라이트의 루미넌스 값을 감소시키는 것이 필요할 것이다.

본 발명의 실시예에 발생 가능한 문제는 2단계 디더링 기법이 디스플레이 시스템 상에 플리커(flicker)를 발생시킬 수 있다는 것이다. 이는 백라이트의 루미넌스 강도가 프레임 단위로 변조되고 프레임 사이에 다소 큰 간격이 존재할 수 있기 때문이다. 플리커 발생을 막는 용이한 해결 방안은 디스플레이 시스템의 프레임 레이트를 증가시키는 것이지만, 불행하게도 이것이 항상 가능한 것은 아니다. 또 다른 해결 방안은 서로 다른 색상 성분의 변조 사이에 위상차(phase difference)를 삽입함으로써 프레임의 루미넌스 값을 어느 정도 일정하게 유지하는 것이다. 예를 들면, 3프레임 2단계 디더링 기법을 이용하는 컬러 LCD 시스템에 있어서, 백라이트의 루미넌스 강도를 프레임 1에 대해 L1, 프레임 2에 대해 L2, 프레임 3에 대해 L3로 하면, 프레임 1에서 적색 색상 성분을 루미넌스 값 L1으로, 녹색을 L2로, 청색을 L3로 구동할 수 있다. 그러면 프레임 2에서 적색을 L2로, 녹색을 L3로, 청색을 L1으로 구동할 수 있다. 프레임 3에서는 적색을 L3, 녹색을 L1, 청색을 L2로 구동할 수 있다. L1이 백라이트의 평균 루미넌스 값의 1.5배에 해당하고, L2가 백라이트의 평균 루미넌스 값의 1배에 해당하며 L3가 백라이트의 평균 루미넌스 값의 0.5배에 해당한다고 가정하자. 그러면 프레임 1에 대해 실제 인지되는 루미넌스는  $L1 + L2 + L3 = 1.5 + 1 + 0.5 = 3$  이며 이는 프레임 2와 프레임 3의 루미넌스에 대해서도 같다. 따라서 더 이상 루미

니스 플리커는 존재하지 않는다. 물론 세 색상의 루미넌스 강도는 일반적으로 동일하지 않지만(녹색이 적색, 청색보다 높은 강도를 가질 수 있다) 보편적인 개념을 다음과 같이 설명한다: 즉 위상차를 삽입하거나 세 색상에 대해 적절한(well-chosen) 방식으로 변조 기법을 스크램블링함으로써, 루미넌스 플리커를 감소시킬 수 있다는 것이다. 컬러 플리커에 대해서도 동일한 논의가 가능하다: 즉 위상차를 삽입하거나 세 색상에 대해 적절한 방식으로 변조 기법을 스크램블링함으로써, 세 프레임 간의 색점 차이(세 기본 색의 평균)를 감소시켜 컬러 플리커를 감소시킬 수 있다.

플리커를 방지할 또 다른 해결 방안은 변조 기법에 있어서 공간 편이(spatial shift)를 도입하는 것이다. 예를 들면, 빛을 방출하는 복수의 요소를 갖는 LED 백라이트 또는 CCFL 백라이트가 있다면, 프레임 1에서 디스플레이 영역의 일부를 (로컬) 백라이트 루미넌스 값 L1으로 구동하고, 백라이트의 다른 부분을 각각 루미넌스 값 L2 및 L3로 구동할 수 있다. 예를 들면, 줄무늬로 구성된 LED 및 2프레임 2단계 디더링 기법을 구비한 백라이트에 있어서: 프레임 1에서 디스플레이의 상부를 로컬 백라이트 값 L1으로 구동하고 디스플레이의 하단부를 로컬 백라이트 값 L2로 구동할 수 있으며, 그 후 프레임 2에서 디스플레이의 상부를 로컬 백라이트 값 L2로 구동하고 디스플레이의 하부를 로컬 백라이트 값 L1으로 구동하게 되는 것이다. 이와 같이 전체 디스플레이의 평균 루미넌스가 모든 프레임에 대해 일정하게 되도록 한다.

본 발명의 실시예에서 발생 가능한 또 다른 문제는 다중 프레임 디더링 블록(multi-frame dither block)으로 인한 모션 아티팩트가 존재할 수 있다는 것이다. 즉, 움직이는 객체가 디스플레이 시스템 상에 나타나는 경우 디스플레이되는 실제 이미지가 디더링 알고리즘의 "주기"의 중간에서 변화하기 때문에 플리커 현상과 동작 인공물이 생성될 수 있다(백라이트와 LCD 픽셀 데이터 사이의 시간적 물결무늬(moire; 무아레) 아티팩트). 3프레임 2단계 디더링 기법이 사용되고 디스플레이 상에 동선(moving line)이 나타난다고 가정하자. 그러한 경우 동선의 루미넌스 값은 움직임 때문에 위치에 의존적이 된다. 이는 쉽게 볼 수 있는 아티팩트이다. 이 문제에 대한 몇 가지 해결 방안이 존재한다: 첫 번째 간단한 해결 방안은 디더링 기법의 프레임 주기 동안 모든 움직임(디스플레이되는 이미지의 변화)을 막는 것이다. 다시 말해, 3프레임 2단계 디더링 기법이 사용된다고 가정하면, 디스플레이 상에 디스플레이되는 이미지는 3프레임에 한번만 변화하여야 한다는 것이다. 상기 방식에 있어서 이미지는 디더링 기법의 주기 동안 안정되기 때문에 모션 아티팩트가 나타나지 않게 된다. 이는 디스플레이 시스템에 대한 실제 프레임 레이트를 낮춤으로써 또는 패널 자체에 대한 프레임 레이트를 내부적으로 증가시킴으로써 달성할 수 있다는 점을 주목한다(이 두 가지 방안의 절충도 가능하다). 예를 들면, 디스플레이 시스템에 대해 50Hz의 프레임 레이트를 갖고 LC 패널에 대해 150Hz의 내부 프레임 레이트를 갖는 것은 문제가 되지 않을 것이다(3프레임 2단계 디더링 기법의 경우). 모션 아티팩트를 방지하는 두 번째 해결 방안은 좀 더 복잡하다. 객체의 움직임을 고려하여 각 픽셀의 (디더링 기법의 주기에 걸친) 평균 루미넌스 값 및/또는 색점이 디스플레이의 각 위치에 대해 가능한 (적어도 피크를 제외하고) 올바른다는 것을 보증하도록 디스플레이로 전달되는 픽셀 데이터를 실질적으로 적용시킬 수 있다. 물론 이는 더 복잡한 계산이 되지만, 실질 프레임 레이트가 높게 유지되도록 해준다.

예를 들면 관측되는 루미넌스 및/또는 색점이 디스플레이 시스템에 의해 생성되는 빛의 루미넌스 및/또는 색점이 아닌 프로젝션 시스템의 경우, 최적의 디더링 기법을 결정하기 위한 계산에 있어서 사용자에게 의해 관측되는 루미넌스 및/또는 색점을 실제로 이용하는 것이 유용하다. 예를 들면, 벽면 영역에 걸쳐 반사도에 있어서의 공간적 차이 및 색상 차이를 갖는 벽면 상에 이미지를 투영하는 프로젝션 시스템이 그 예이다. 그러면 2단계 디더링 기법은, 벽면 때문에 투영된 이미지에 루미넌스 및/또는 색상 오차가 더해진다는 사실에 기초하여, 백라이트의 프레임 루미넌스와 색점 및 패널로 전달될 픽셀 데이터를 조정하는 것이 바람직하다.

2단계 디더링 기법의 주목할 만한 어플리케이션은 그레이스케일 및/또는 컬러 디스플레이 시스템의 공간적 색상 균일도(spatial colour-uniformity)를 향상시키는 것이다. 그레이스케일 LCD 시스템이 있고 그 디스플레이 영역에 공간적 색상 불균일성이 존재한다고 가정하자. 디스플레이의 상부가 디스플레이의 하부보다 높은 x-좌표(색 좌표)를 갖는 그레이스케일 디스플레이를 예로 든다. 그러면 이러한 공간적 색상 불균일성을 다음과 같이 보정할 수 있다: 즉 2프레임 2단계 디더링 기법을 생성함으로써 보정할 수 있으며, 여기서 제1 프레임은 2단계 디더링을 하지 않은 디스플레이의 본래 색점에 비해 x-좌표 상에서 어느정도 낮은 백라이트 색점을 갖고, 제2 프레임은 2단계 디더링을 하지 않은 디스플레이의 본래 색점에 비해 x-좌표 상에서 어느정도 높은 백라이트 색점을 갖는다. ("올바른" x-좌표를 갖는) 하부의 픽셀이 프레임 1 및 프레임 2에서 동일하게 구동되는 경우 그러한 픽셀의 색점은 여전히 올바를 것이다. 그러나 (x-좌표가 너무 높은 경우) 디스플레이의 상부의 픽셀은 제1 프레임에서 높은 픽셀 값으로 구동되고 제2 프레임에서 낮은 픽셀 값으로 구동되며, 이는 그레이스케일 디스플레이 시스템의 공간적 색상 불균일성을 보정하게 된다. 이러한 예는 정확한 설명을 위함이며 한정하고자 하는 의도는 아님을 유의한다. 백라이트 색상 및/또는 루미넌스가 변조되고 동시에 픽셀 데이터도 변조되는 프레임을 제공함으로써 그레이스케일 디스플레이 시스템 상의 색상 불균일성을 개선할 수 있다는 것이 기본 원리이다. 동일한 원리가 컬러 디스플레이 시스템의 색상 불균일성을 감소시키는데 적용될 수 있다. 이 경우 훨씬 많은 자유도(degree of freedom)가 존재하여 최적의 해결 방안을 찾는 것이 보다 용이하다. 루미넌스 값도 올바르게 될 필요가 있기 때문에 경계 조건(border

condition)이 존재할 수 있음을 주목한다. 그러나 이는 단지 개별적인 프레임에 대한 백라이트 루미넌스 및 색점의 가능한 모든 조합을 체크하고 이를 디스플레이에 전달되는 픽셀 데이터 및 디스플레이 영역의 색상 불균일성에 대한 정보와 조합함으로써 풀릴 수 있는 단순한 수학적 문제이다.

상기 기술된 바와 같이, 디스플레이(10)는 광 경로에 비픽셀 어드레스 가능한 백라이트(130), 픽셀 어드레스 가능한 LCD(120)를 갖고, 양쪽 모두 시간 변조를 적용하며, 상기 디스플레이는 픽셀의 겹보기 루미넌스 또는 색상이 평균 출력에 의존하게 되는 충분한 주파수의 것이다. 픽셀의 겹보기 루미넌스 또는 색상은 픽셀 어드레스 가능부의 최하위 비트(least significant bit)에 해당하는 스텝사이즈(stepsize)에 의해 지정된 계조 간의 중간 값을 취하도록 만들어져, 컬러 또는 그레이스케일 이미지 모두의 보다 정확한 재현을 가능하도록 할 수 있다. 추가적인 중간 출력 레벨은 낮은 조명 레벨(illumination level)에 집중된다. 컨버터는 입력 신호의 픽셀 값에 따라, 또한 백라이트의 시간 변조에 동기화되어 LCD에 대한 픽셀의 시간 변조를 생성한다. 청구항 범위 내에서 기타 변형이 착상될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 효과를 나타낼 수 있는 방법을 예를 들어 기술할 것이다. 도면에서,

도 1-6, 18 및 19는 종래 기술의 특징을 도시하는 도.

도 7 내지 9는 본 발명의 실시예를 도시하는 도.

도 10 내지 17, 20 및 21은 본 발명의 실시예의 그래픽 형태의 특징을 도시하는 도.

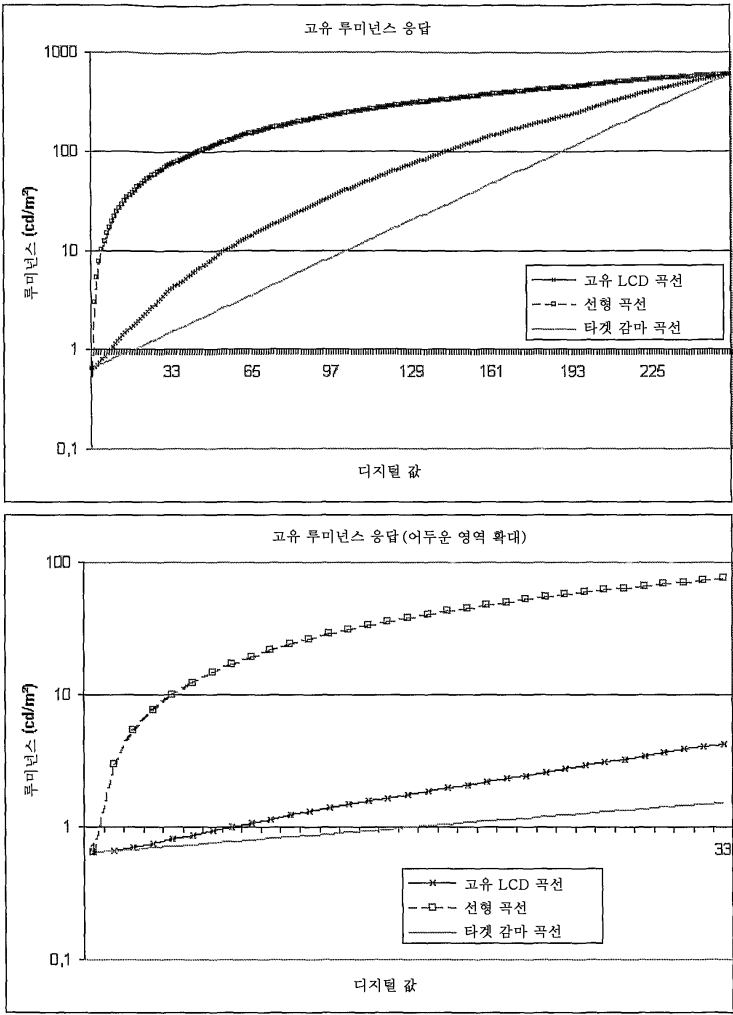
도 22는 2단계 디더링 기법의 상세한 픽셀 데이터 디더링 기법과 수치적 성능 결과를 도시하는 표.

도 23은 도 16 및 도 17의 결과를 얻기 위한 픽셀 데이터 변조 기법을 도시하는 표.

도 24는 변조 기법을 달성하기 위한 픽셀 데이터의 예를 도시하는 표.

### 도면

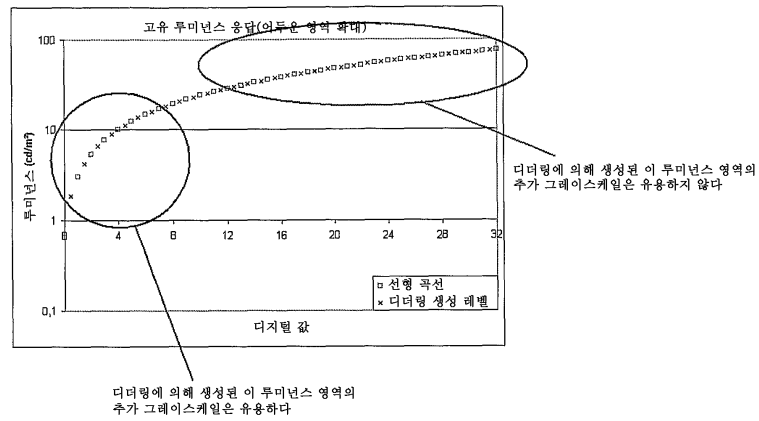
도면1



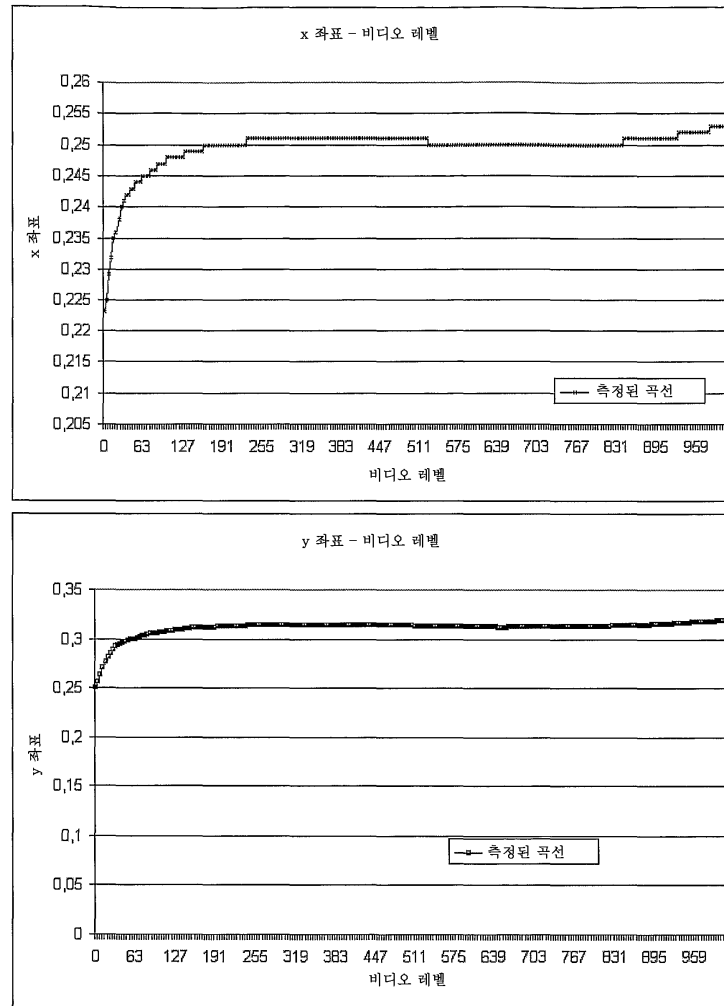
도면2

공간 디터밍		시간 디터밍			
100	101	100	101	100	100
100	100	프레임1	프레임2	프레임3	프레임4
2x2 공간 디터밍 블록 그레이스케일 수가 4배로 증가		4 프레임 시간 디터밍 그레이스케일 수가 4배로 증가			
타겟 루미넌스는 100.25		타겟 루미넌스는 100.25			

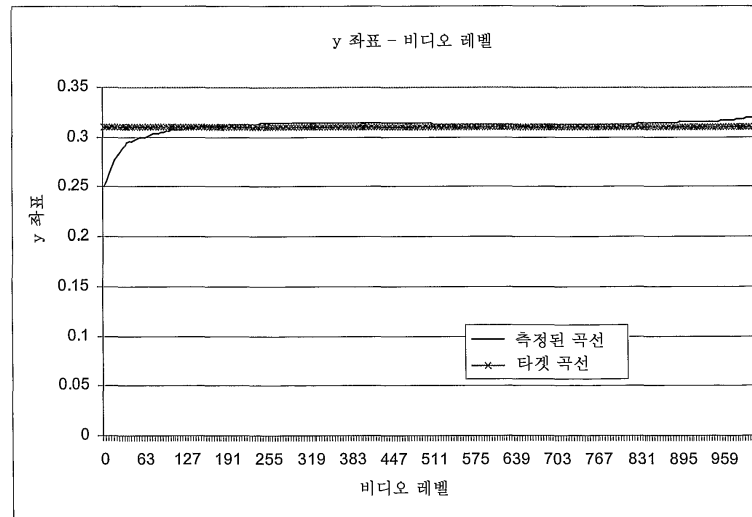
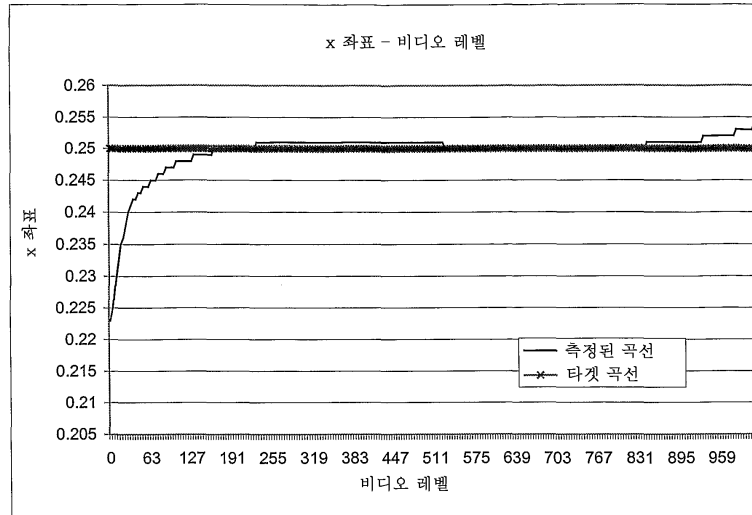
도면3



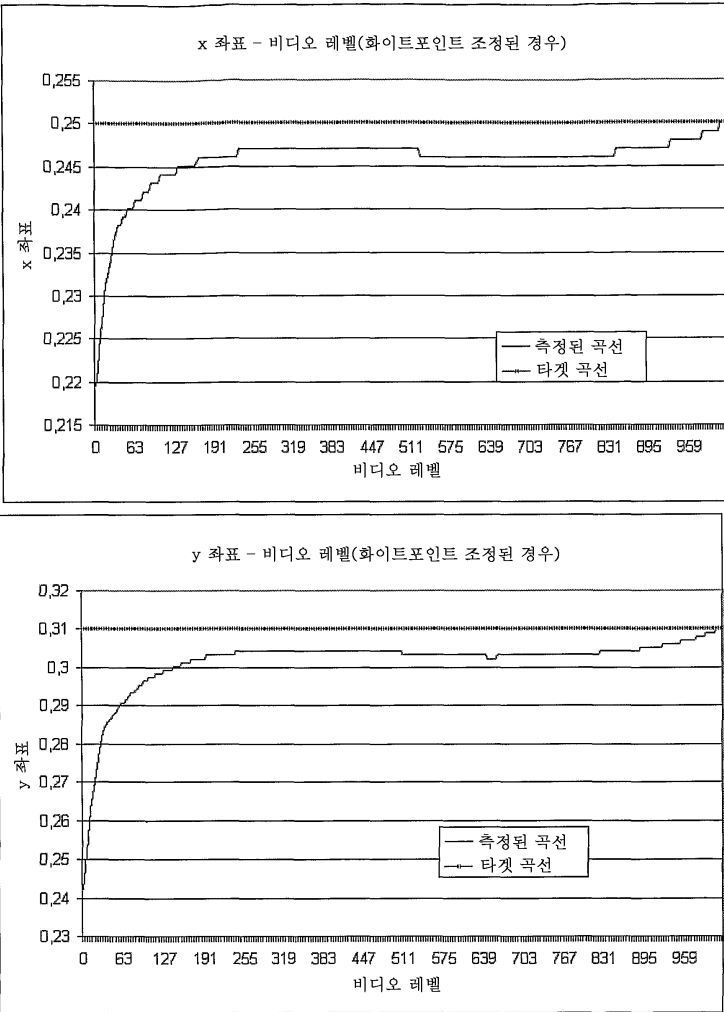
도면4



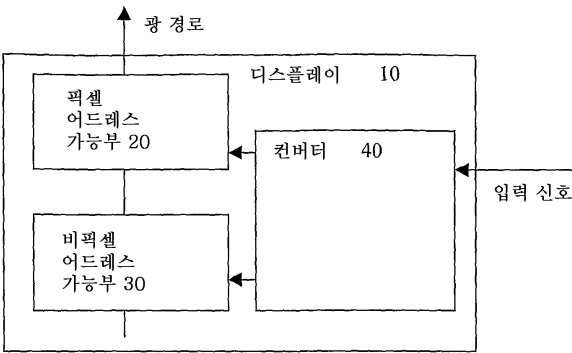
도면5



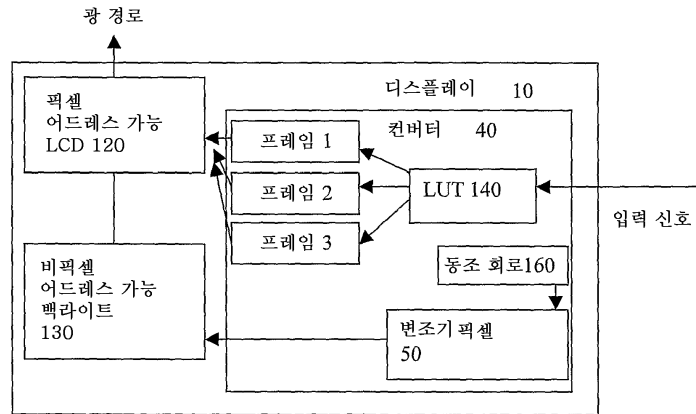
도면6



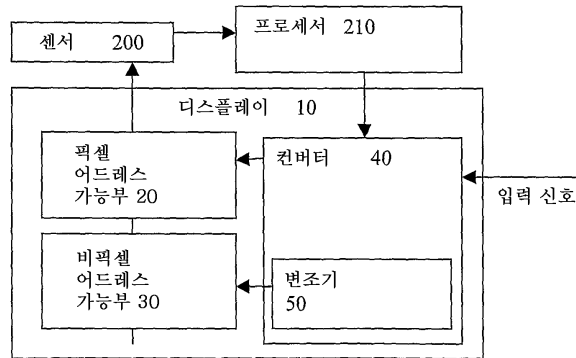
도면7



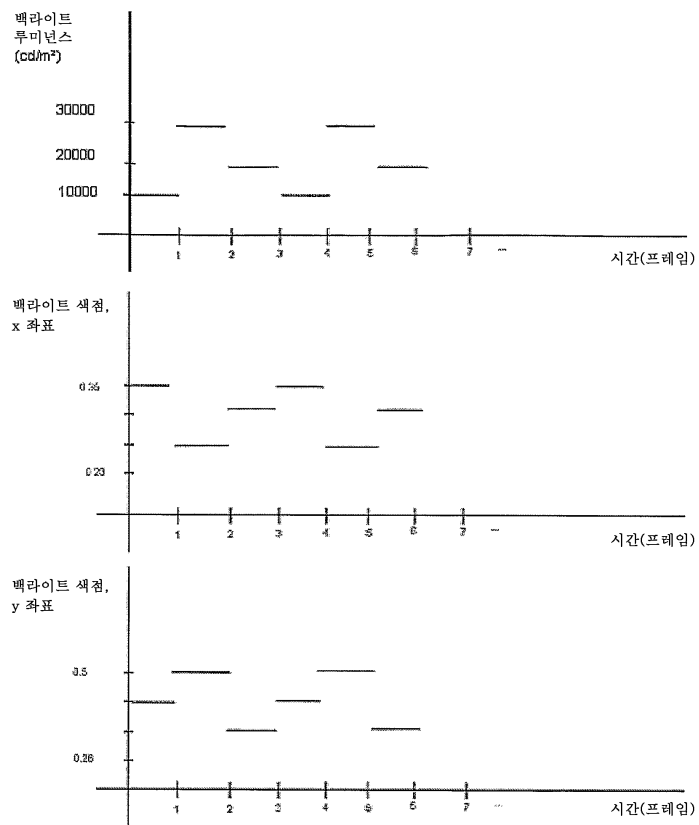
도면8



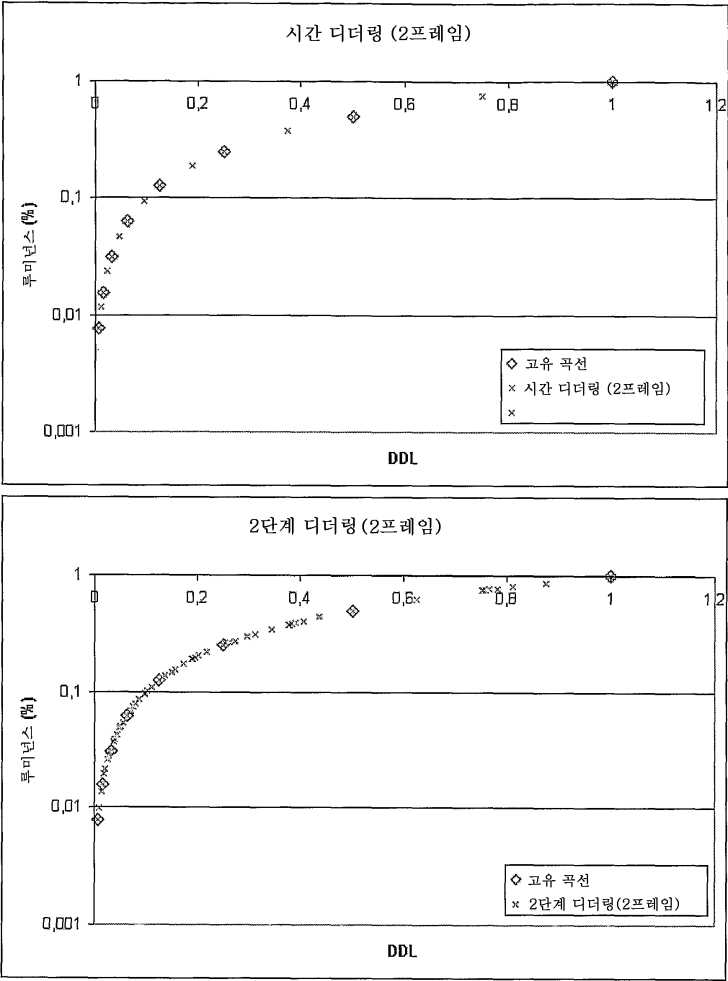
도면9



도면10

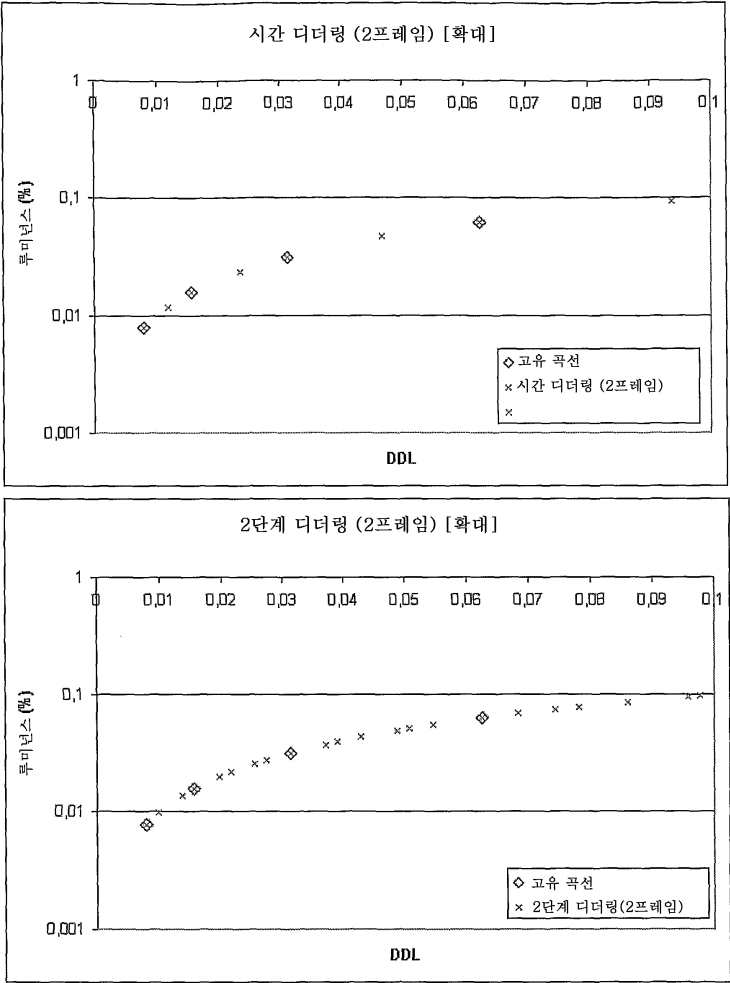


도면11



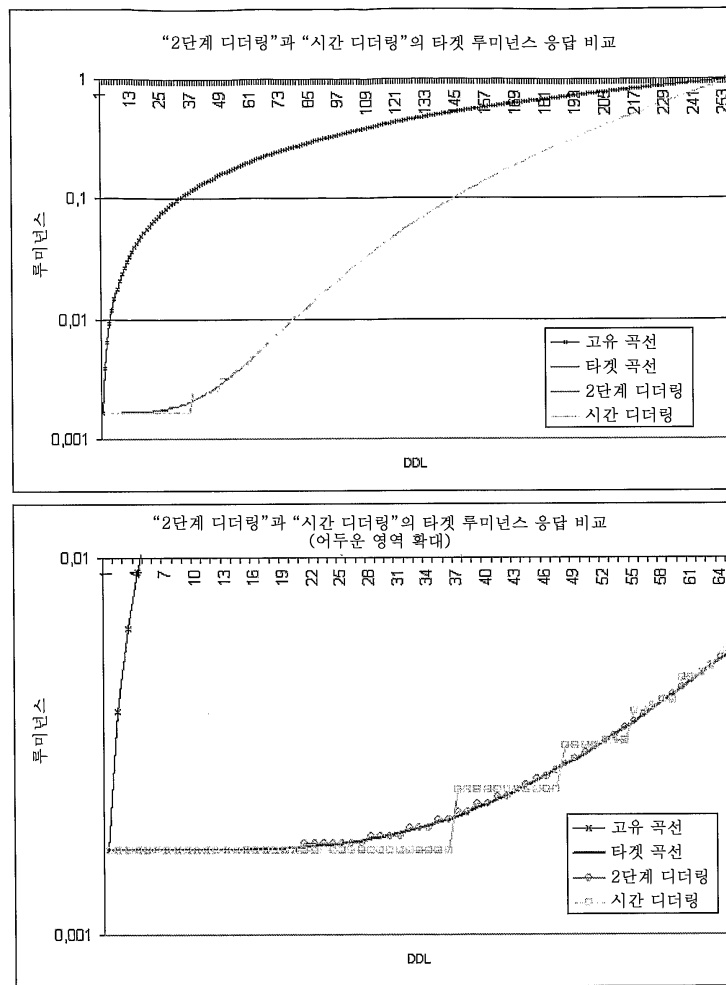
백라이트 변조 0.5-1.5

도면12



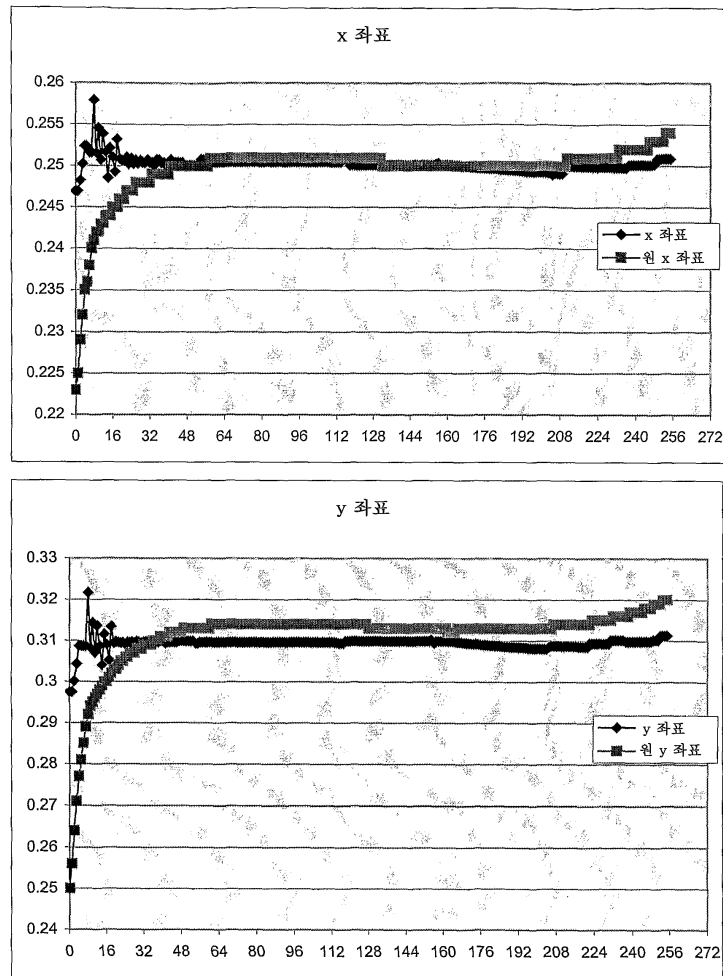
백라이트 변조 0.5-1.5

도면13

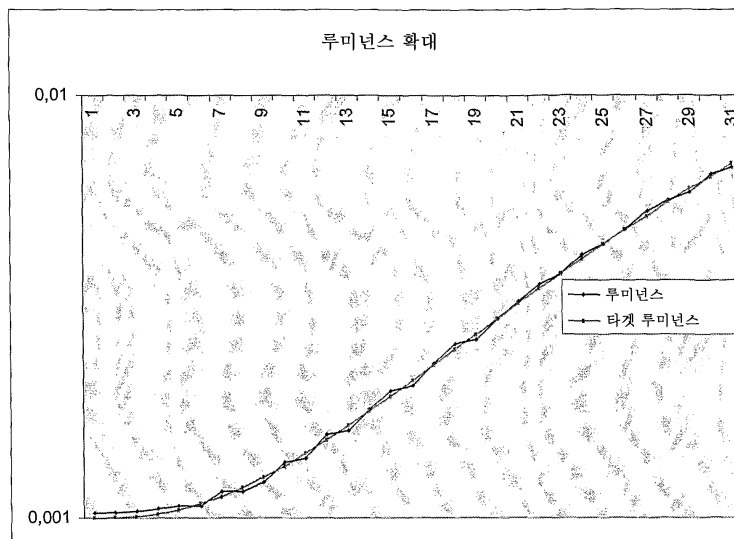


2단계 디더링과 시간 디더링(3프레임)의 비교(0.1-1.0-1.9)

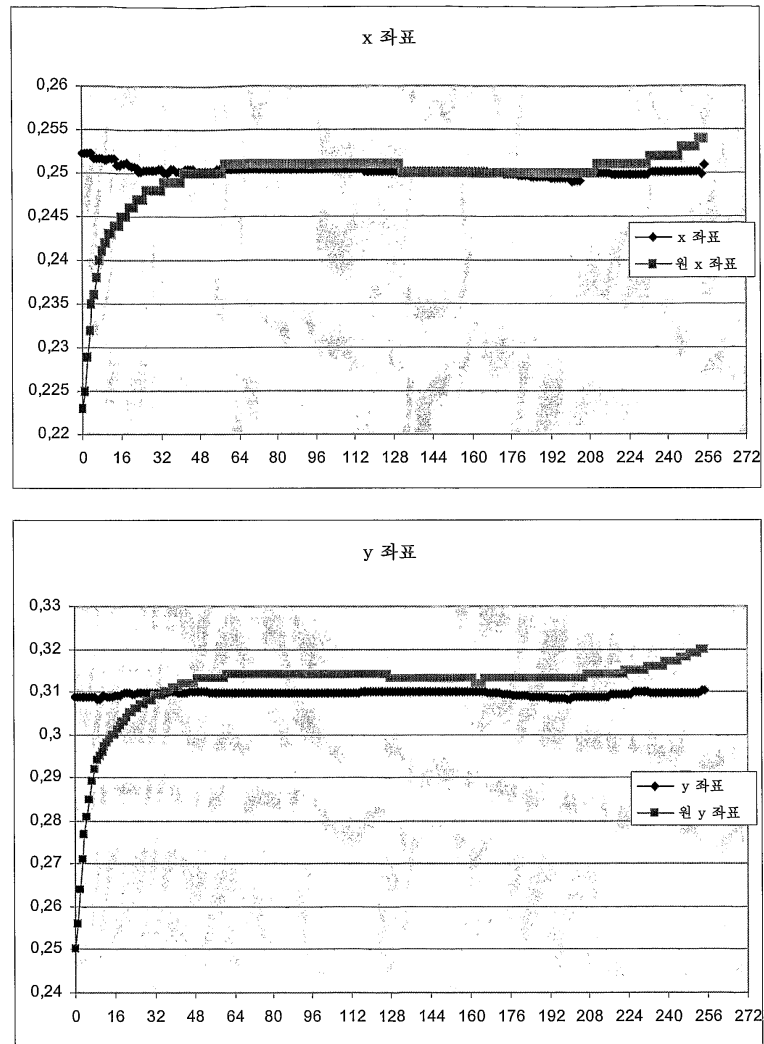
도면14



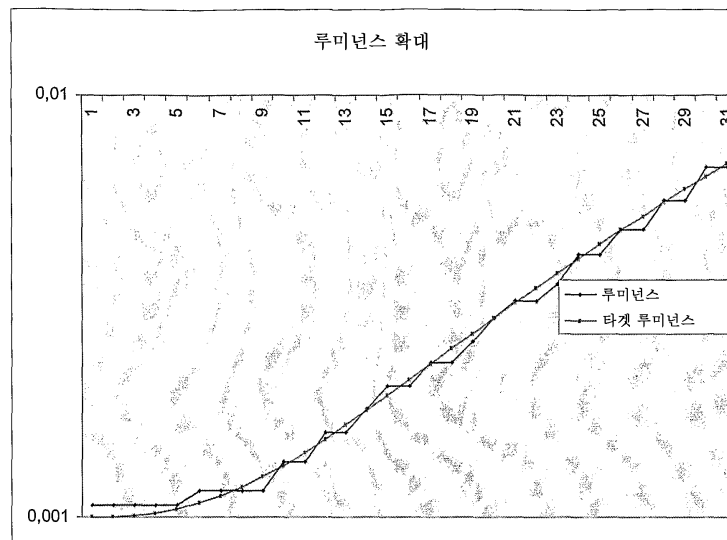
도면15



도면16

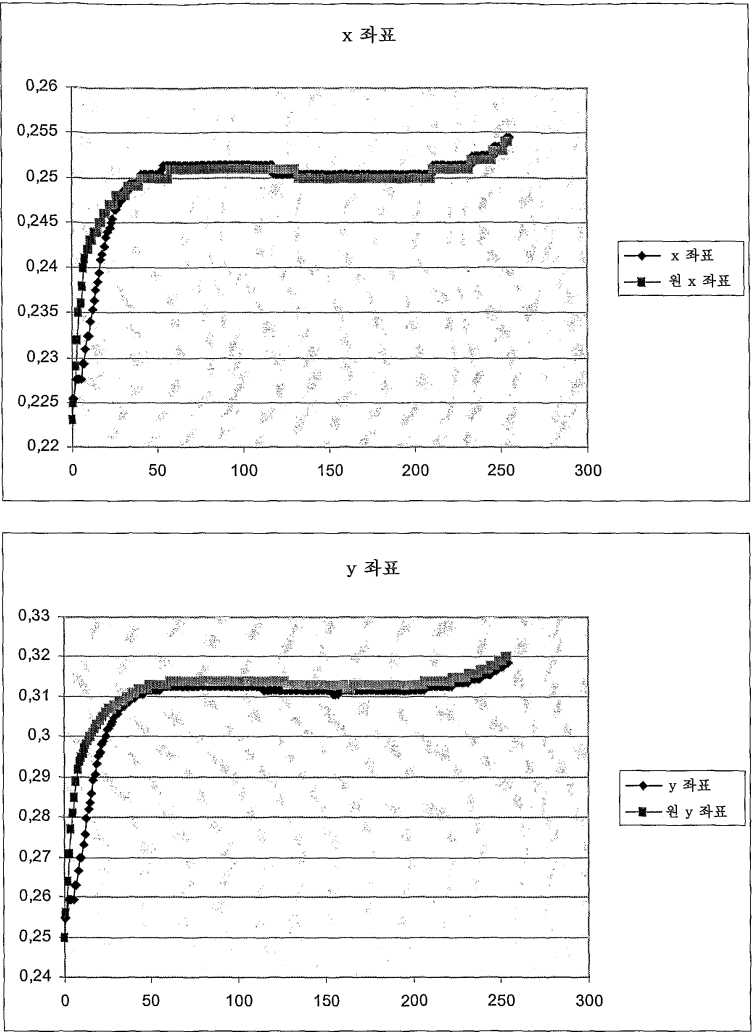


도면17



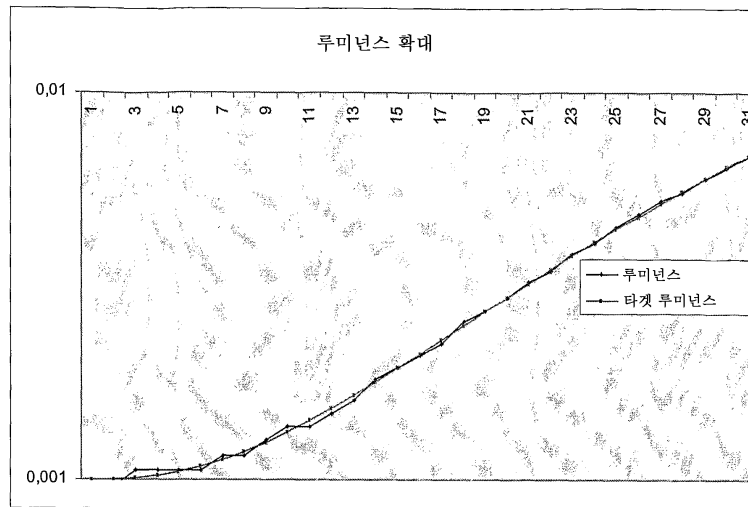
도면18

(종래 기술)

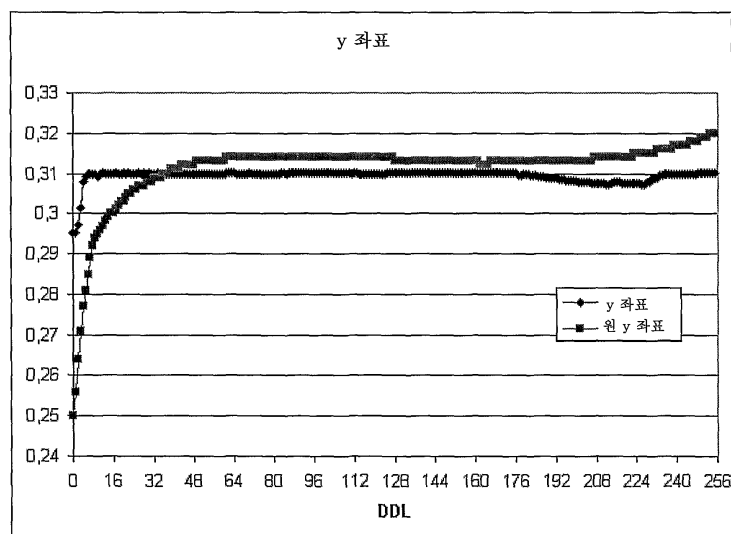
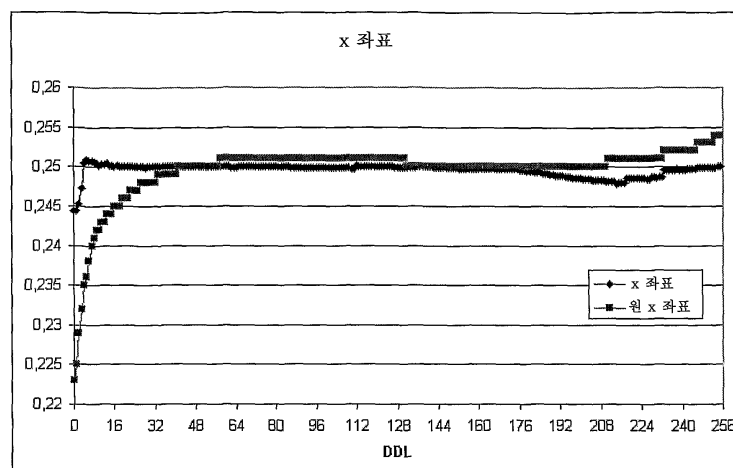


도면19

(종래 기술)

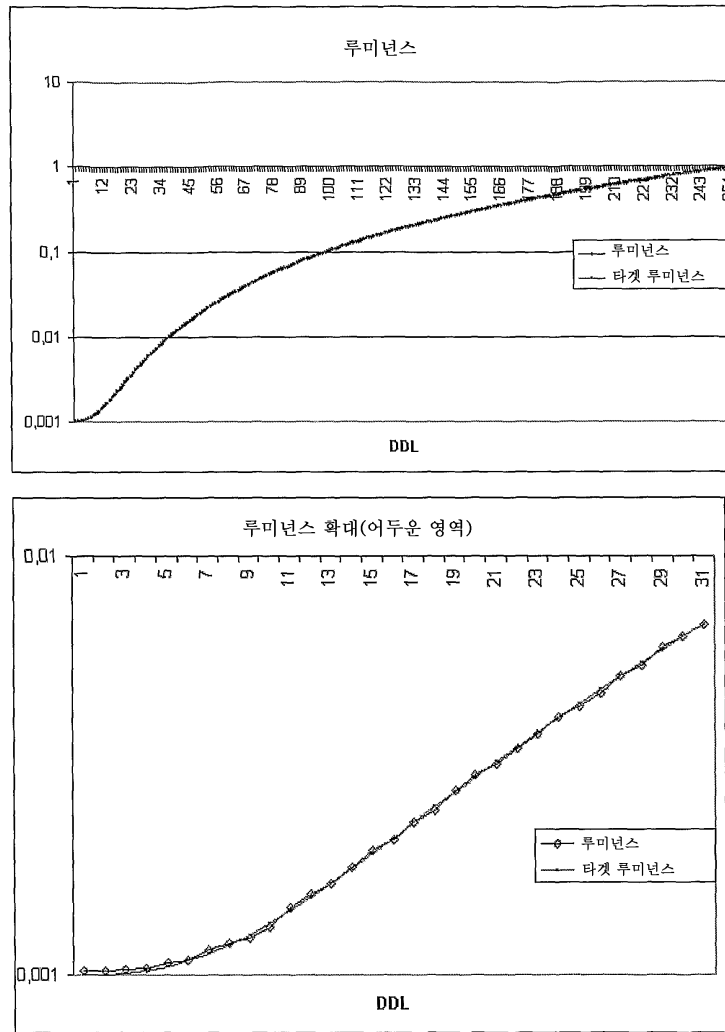


도면20



3프레임, 색상/루미넌스 밸런싱

도면21



## 도면22

[illegible]

[illegible]

