



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월14일
 (11) 등록번호 10-1978545
 (24) 등록일자 2019년05월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03H 1/04 (2006.01) *G02B 26/08* (2006.01)
G03H 1/00 (2006.01) *G03H 1/02* (2006.01)
G03H 1/08 (2006.01) *G03H 1/22* (2006.01)
G03H 1/26 (2006.01) *G06F 3/01* (2006.01)
G09G 3/20 (2006.01)

- (52) CPC특허분류
G03H 1/0443 (2013.01)
G02B 26/0875 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7029199(분할)
(22) 출원일자(국제) 2008년05월16일
 심사청구일자 2016년10월19일
(85) 번역문제출일자 2016년10월19일
(65) 공개번호 10-2016-0124921
(43) 공개일자 2016년10월28일
(62) 원출원 특허 10-2009-7025974
 원출원일자(국제) 2008년05월16일

- 심사청구일자 2013년05월16일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2008/056026
(87) 국제공개번호 WO 2008/138983
 국제공개일자 2008년11월20일

- (30) 우선권주장
 0709376.8 2007년05월16일 영국(GB)
 (뒷면에 계속)

- (56) 선행기술조사문헌
 WO2006066919 A1*
 EP01227468 A2*
 JP2002268587 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 26 항

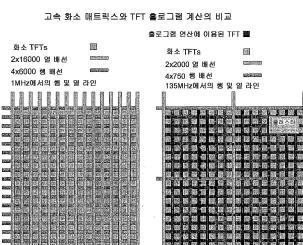
심사관 : 조훤

- (54) 발명의 명칭 홀로그래픽 디스플레이

(57) 요 약

화소를 가진 공간 광변조기(SLM)를 포함하며, 상기 SLM 화소는 기판상에 있고, 상기 SLM은 상기 SLM 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 포함하고, 상기 회로는 상기 SLM의 인코딩을 제공하는 계산을 수행하도록 동작하는 홀로그래픽 디스플레이가 제공된다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

G03H 1/0005 (2013.01)
G03H 1/0808 (2013.01)
G03H 1/2205 (2013.01)
G03H 1/2294 (2013.01)
G03H 1/268 (2013.01)
G06F 3/013 (2013.01)
G09G 3/20 (2013.01)
G03H 2001/0224 (2013.01)

(30) 우선권주장

0709379.2 2007년05월16일 영국(GB)
 102007023737.7 2007년05월16일 독일(DE)
 102007023740.7 2007년05월16일 독일(DE)
 102007023785.7 2007년05월16일 독일(DE)
 102007023739.3 2007년05월16일 독일(DE)
 0718595.2 2007년09월25일 영국(GB)
 0718596.0 2007년09월25일 영국(GB)
 0718598.6 2007년09월25일 영국(GB)
 0718602.6 2007년09월25일 영국(GB)
 0718607.5 2007년09월25일 영국(GB)
 0718614.1 2007년09월25일 영국(GB)
 0718617.4 2007년09월25일 영국(GB)
 0718619.0 2007년09월25일 영국(GB)
 0718622.4 2007년09월25일 영국(GB)
 0718626.5 2007년09월25일 영국(GB)
 0718629.9 2007년09월25일 영국(GB)
 0718632.3 2007년09월25일 영국(GB)
 0718633.1 2007년09월25일 영국(GB)
 0718634.9 2007년09월25일 영국(GB)
 0718636.4 2007년09월25일 영국(GB)
 0718640.6 2007년09월25일 영국(GB)
 0718649.7 2007년09월25일 영국(GB)
 0718654.7 2007년09월25일 영국(GB)
 0718656.2 2007년09월25일 영국(GB)
 0718659.6 2007년09월25일 영국(GB)

명세서

청구범위

청구항 1

기판 상의 화소들을 가진 공간 광변조기(SLM; spatial light modulator)를 포함하는 홀로그래픽 디스플레이로서, 상기 SLM은:

상기 기판 상의 회로부를 포함하고, 상기 회로부는 상기 SLM의 화소들 사이에 분배되고 홀로그램 계산을 수행하는 트랜지스터들의 형태의 회로부 소자들을 포함하고, 상기 트랜지스터들은 화소 제어를 수행하는 회로부 소자들의 옆에, 또는 사이에 집적되고,

상기 회로부는 상기 SLM의 홀로그래픽 인코딩을 위한 계산들을 수행하도록 동작가능하며,

계산을 위해 서브홀로그램들이 이용되고, 상기 서브홀로그램들을 합산하기 위한 홀로그램 인코딩 데이터는 서브 홀로그램 치수의 거리에 걸쳐(over) 교환되는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 2

제1항에 있어서,

홀로그래픽 계산들은 상기 기판 상의 상기 회로부 위에서 균질하게 확장(spread)되는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 3

제1항에 있어서,

홀로그램 인코딩 데이터는 상기 화소들이 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 이어서 상기 홀로그램 인코딩 데이터는 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 상기 기판 상의 회로부로 전송되고, 이어서 상기 회로부는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행하는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 4

제1항에 있어서,

홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터는 연속한 실제 공간 영상 프레임들 간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 데이터는 서브홀로그램 차이 데이터 및 디스플레이 메모리 위치 데이터를 포함하고, 상기 홀로그래픽 디스플레이 데이터는 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송되는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 5

제1항에 있어서,

눈 추적(eye tracking)이 구현되는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 6

제1항에 있어서,

렌즈 광 수차 효과가 상기 공간 광변조기의 인코딩을 통해 동적으로 보정함으로써 감소되거나, 또는 열룩 보정(speckle correction)이 구현되는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 7

제1항에 있어서,

이산적(discrete) 영역 단위로 이산적 영역 상에서, 대응하는 이산적 영역들의 화소 인코딩을 제공하기 위해, 상기 SLM의 이산적인 영역들에서 화소 인코딩 계산들이 수행되는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 8

제1항에 있어서,

홀로그래픽 계산들은 상기 기판 위에 타일링된(tiled) 클러스터라 불리는 동일한 부분들로 분할되는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 9

제8항에 있어서,

데이터 교환은 이웃한 클러스터들 사이에서 제공되는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 SLM의 화소들 상으로 코히런트(coherent)하거나 부분적으로 코히런트한 광을 방출하는 코히런트하거나 부분적으로 코히런트한 광원을 더 포함하는, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 11

제1항에 있어서,

암호해독 및 홀로그램 계산이 상기 SLM의 화소들의 기판 상에 있는 회로부를 이용하여 실행되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 회로부는 박막 트랜지스터들을 포함하는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 회로부의 적어도 일부의 활성 영역들은 다음 그룹, 즉 다결정 Si, 연속 그레인 Si, 다결정 SiGe, 단결정 Si, 싱글 그레인 Si, 및 유기 반도체들 중 적어도 하나의 요소로 구성되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 기판은 단결정 Si이거나, 또는 상기 기판은 단결정 Si이고 상기 디스플레이는 LCoS(liquid crystal on silicon) 기술을 이용하여 제조되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 디스플레이는 MEMS 기술을 이용하여 제조되거나, 또는 상기 디스플레이는 전계 발광 디스플레이 기술을 이용하여 제조되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 16

제1항에 있어서,

실제 공간 영상 데이터만이 상기 디스플레이에 전송되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 17

제1항에 있어서,

홀로그래픽 영상 데이터는 강도맵과 깊이맵 데이터로 이루어지는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 계산들은 홀로그래픽 계산들인 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 홀로그래픽 계산들은 실시간 또는 준실시간으로 수행되거나, 또는 상기 홀로그래픽 계산들은 탐색표(look-up table) 방식을 이용하여 수행되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 20

제8항에 있어서,

상기 홀로그래픽 디스플레이는 동일한 클러스터들을 함께 타일링함으로써 구축되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 21

제1항에 있어서,

상기 홀로그래픽 디스플레이는 고해상도 디스플레이 또는 초고해상도 디스플레이이고, 직경 1cm 이상의 가상 관찰자창(VOW)을 관찰자면에서 발생시킬 수 있는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 22

제1항에 있어서,

가상 관찰자창은 눈 동공 지름 이상의 크기로 적응가능한 크기를 포함하고, 각 가상 관찰자창에 대해 깊이맵과 강도맵 한 쌍이 구성되는 것인, 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 23

제1항에 있어서,

홀로그래픽 변환은 1차원 변환이거나, 또는 홀로그래픽 변환은 2차원 변환이 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 24

제1항에 있어서,

계산된 데이터의 로컬 포워딩(local forwarding)을 위한 부가 로직이 존재하고, 상기 부가 로직은 적어도 일부 전역 행 및 열 배선들이 제거되도록 원영상을 클러스터들로 전송하는데 공동 이용되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 25

제1항에 있어서,

리던던트(redundant) 회로부는, 장치 기동시에 사용된 회로부가 고장난 것이 발견되면 일부 리던던트 회로부가 상기 기동시에 사용된 회로부를 대체하는데 사용되도록, 화소들 공간에서 제조되는 것인 홀로그래픽 디스플레이.

청구항 26

청구항 제1항 내지 제25항 중 어느 한 항에 따른 홀로그래픽 디스플레이를 이용하여 복수의 이산적 포인트들로 구성된 3차원 장면의 홀로그래픽 재구성을 생성하는 방법에 있어서,

SLM 특성 정보, 관찰자 정보, 강도 및 깊이 정보를 포함하는 정보를 수신하는 단계;
 회로부에 의해 서브홀로그램들의 크기 및 위치를 계산하는 단계;
 서브홀로그램들을 계산하는 단계;
 상기 서브홀로그램들을 합산하는 단계; 및
 공간 광변조기 상에서 홀로그램을 인코딩하는 단계
 를 포함하는, 홀로그래픽 재구성 생성 방법.

청구항 27

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 홀로그래픽 디스플레이(holographic display)에 관한 것으로, 특히 컴퓨터 생성 비디오 홀로그램(CGH; computer-generated video hologram)이 공간 광변조기에서 인코딩되는 홀로그래픽 디스플레이에 관한 것이다. 홀로그래픽 디스플레이는 3차원 홀로그래픽 재구성을 생성할 수 있다.

배경 기술

[0002] 컴퓨터 생성 비디오 홀로그램(CGH)은 하나 또는 그 이상의 공간 광변조기(SLM; spatial light modulator)에서 인코딩되는데, SLM은 전기적으로 또는 광학적으로 제어가능한 셀을 포함할 수 있다. 셀은 비디오 홀로그램에 대응하는 홀로그램값을 인코딩하여 광의 진폭 및/또는 위상을 변조한다. CGH는 예컨대 코히런트(coherent) 광선 추적에 의해, 장면에 의해 반사된 광과 기준파 간의 간섭을 시뮬레이팅함으로써, 또는 푸리에(Fourier) 또는 프레넬(Fresnel) 변환에 의해 산출될 수 있다. 이상적인 SLM은 임의의 복소수를 표현, 즉 입력되는 광파의 진폭 및 위상을 독립적으로 제어할 수 있다. 그러나 통상의 SLM은 진폭이나 위상 중 어느 하나만을 제어하는데, 이렇게 되면 다른 하나에 영향을 미치는 바람직하지 않는 부작용이 생기게 된다. 광의 진폭이나 위상을 변조하는 데는 예컨대 전기적 구동 액정 SLM, 광학적 구동 액정 SLM, 자기광학적 SLM, 마이크로미러 디바이스 또는 음향광 변조기와 같이 여러 가지 방식이 있다. 광변조는 공간적으로 연속하거나, 1차원적으로 또는 2차원적으로 배열되고, 바이너리, 다중 레벨 또는 연속하는 개별적으로 주소지정가능한 셀로 구성될 수 있다.

[0003] 본 명세서에서는 용어 "인코딩(encoding)"은 공간 광변조기 영역에 3D 장면이 SLM으로부터 재구성될 수 있도록 홀로그램을 인코딩하는 제어값이 공급되는 방식을 의미한다.

[0004] 순전히 자동 입체적인 디스플레이와는 다르게, 관찰자는 비디오 홀로그램을 이용하여 3차원 장면의 광파면의 광학적 재구성을 보게 된다. 3D 장면은 관찰자의 눈과 공간 광변조기(SLM) 사이에 결친 공간에서 재구성된다. SLM은 관찰자가 재구성된 3차원 장면의 오브젝트(object)를 SLM 정면에서 보고 다른 물체들을 SLM 상이나 그 뒤에서 보도록 비디오 홀로그램으로 인코딩될 수도 있다.

[0005] 공간 광변조기의 셀은 적어도 소정 위치에서 수밀리미터 이상의 코히런스 길이에 걸쳐 간섭을 발생할 수 있는 광선이 통과하는 투과성 셀이 바람직하다. 이에 따르면 적어도 1차원에서 적당한 해상도를 가진 홀로그래픽 재구성이 가능하게 된다. 이러한 종류의 광을 "충분히 코히런트한 광(sufficiently coherent light)"으로 부를 것이다.

[0006] 충분한 시간 코히런스(temporal coherence)를 보장하기 위해서는 광원에서 나온 광의 스펙트럼이 적당히 좁은 파장 범위로 제한되어야, 즉 거의 단색이어야 한다. 고휘도 발광 다이오드(LED)의 스펙트럼 대역폭은 홀로그래픽 재구성을 위한 시간 코히런스를 보장할 정도로 충분히 좁다. SLM에서의 회절각은 그 파장에 비례하는데, 이는 단색광원만이 오브젝트 포인트를 선명하게 재구성할 수 있다는 것을 의미한다. 스펙트럼이 넓어지면 오브젝트 포인트도 넓어져 오브젝트 재구성이 선명하게 되지 않을 것이다. 레이저 광원의 스펙트럼은 단색성(monochromatic)인 것으로 간주될 수 있다. LED의 스펙트럼 라인폭은 양호한 재구성을 용이하게 할 정도로 충분히 좁다.

[0007] 공간 코히런스(spatial coherence)는 광원의 측방 길이와 관련 있다. LED나 냉음극 형광램프(CCFL)와 같은 종

래의 광원도 적당히 좁은 개구를 통해 광을 방사한다면 이러한 요건을 충족할 수 있다. 레이저 광원에서 나온 광은 회절 한계 내에서 점광원으로 부터 방사하는 것으로 간주될 수 있으며, 형식 정격(modal purity)에 따라서는 오브젝트를 선명하게 재구성할 수 있으며, 즉, 각 오브젝트 포인트는 회절 한계 내의 포인트로서 재구성된다.

[0008] 공간 인코히런트(incoherent) 광원에서 나온 광은 측방으로 진행하여 재구성 오브젝트를 선명치 못하게 한다. 그와 같은 불선명의 정도는 주어진 위치에서 재구성된 오브젝트 포인트의 크기에 따라 다르다. 홀로그램 재구성을 위한 공간 인코히런트 광원을 이용하기 위해서는 회도와 개구를 가진 광원의 측방 길이를 제한하는 것 간에 절충(trade-off)이 있어야 한다. 광원이 작을수록 공간 코ヒ런스가 더 좋다.

[0009] 선광원은 그 길이 방향 연장선에 대해 직각으로 보았을 때는 점광원으로 간주될 수 있다. 따라서 광파는 그 방향에서는 코히런트하게 전파할 수 있지만, 다른 모든 방향에서는 인코히런트하게 전파한다.

[0010] 일반적으로, 홀로그램은 수평 방향과 수직 방향에서의 광의 코히런트 중첩에 의해 장면을 홀로그래피로서 재구성한다. 그와 같은 비디오 홀로그램은 완전 시차(full-parallax) 홀로그램이라 부른다. 재구성된 오브젝트는 실제 오브젝트처럼 수평 방향과 수직 방향에서 운동 시차를 갖는 것으로 보일 수 있다. 그러나 시야각을 크게 하려면 SLM의 수평 방향과 수직 방향 모두에서 해상도가 높아야 한다.

[0011] SLM에 대한 요건은 대개는 HPO(horizontal-parallax-only) 홀로그램에 대한 제한에 의해 완화된다. 홀로그래피 재구성은 수평 방향에서만 일어나지만, 수직 방향에서는 홀로그래피 재구성은 없다. 이에 따라 재구성 오브젝트는 수평 운동 시차를 갖게 된다. 수직 방향으로 움직인다 해서 거리감이 달라지는 것은 아니다. HPO 홀로그램은 수직 방향에서의 SLM 해상도가 완전 시차 홀로그램에 비해 낮아도 된다. VPO(vertical-parallax-only) 홀로그램도 가능하지만 일반적인 것은 아니다. 홀로그래피 재구성은 수직 방향에서만 일어나서 재구성 오브젝트가 수직 운동 시차를 갖게 된다. 수평 방향에서는 운동 시차가 없다. 왼쪽 눈과 오른쪽 눈에 대한 거리감은 서로 다르게 되어야 한다.

[0012] 홀로그램을 실시간으로 계산해내려면 연산 성능이 뛰어나야 하는데, 이것은 현재로서는 예컨대 FPGA(Field Programmable Gate Array), 완전주문형(full custom) IC, ASIC(Application Specific Integrated Circuit)을 가진 고가의 특수 제작된 하드웨어를 이용하여, 또는 병렬처리가 가능한 여러 개의 중앙 처리 장치(CPU)를 이용하여 실현될 수 있다.

[0013] 박막 트랜지스터(TFT) 디스플레이에서는 직교 방향에서의 화소 피치가 화소당 면적을 결정한다. 이 면적은 커페시터와 열 및 행 배선과 함께 액정(LC) 제어용 투명 전극과 TFT로 나뉘어진다. 열 배선에 대한 필요한 주파수와 표시 치수는 필요한 프로파일, 따라서 행 및 열 배선의 폭을 결정한다.

[0014] 이상적인 홀로그래피 표시를 위해서는 현재 제공되는 상용의 TFT 방식 모니터 장치보다는 해상도가 훨씬 더 높아야 한다. 해상도가 높을수록 화소 피치가 작아지지만, 행 수가 많아지면 행 및 열 배선의 주파수가 증가한다. 이에 따라 전체 화소 면적 중 행 및 열 배선이 차지하는 면적 부분이 해상도 증가에 비해 과도한 비율로 증가하게 된다. 결과적으로 투명 전극에 쓸 수 있는 공간이 많이 줄어들게 되어, 표시 투과성이 크게 떨어지게 될 것이다. 이는 리프레시율(refresh rate)이 높은 이상적인 고해상 홀로그래피 표시를 만들어내는데는 상당한 제약이 뒤따른다는 것을 뜻한다. 연산 성능이 매우 좋아야 하기 때문에 현재 홀로그램 실시간 계산에 이용될 수 있는 하드웨어는 이용되는 하드웨어 종류를 불문하고 매우 고가이다. 관련된 데이터량이 매우 많기 때문에 영상 데이터를 컴퓨팅 유닛에서 디스플레이로 전송하기도 매우 어렵다.

[0015] 능동형 매트릭스 액정 표시 장치의 일반적인 구성에 대해 US6,153,893(그 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함됨)에서 따온 도 10을 종래 기술로서 참조하여 간략하게 설명하기로 한다. 도 10에 도시된 바와 같이 이 능동형 매트릭스 표시 장치는 주기판(101), 대향 기판(102), 그리고 이 주기판을 대향 기판에 붙이는 공간(103)을 포함하는 평판 구조를 갖고 있으며, 이 2개의 기판 사이에는 액정 물질이 들어있다. 주기판의 표면에는 화소 전극들(104)과 이 화소 전극들(104)을 구동하는 스위칭 소자(105)들이 매트릭스 형태로 구성된 표시부(106)와, 이 표시부(106)에 연결된 주변 구동부(107)가 형성되어 있다. 스위칭 소자(105)는 박막 트랜지스터로 구성된다. 주변 구동부(107)에도 박막 트랜지스터가 회로 소자로서 형성되어 있다.

[0016] 본 출원인이 출원한 국제공개문 WO2006/066906(본 명세서에 인용으로 포함됨)은 컴퓨터 생성 비디오 홀로그램을 계산하는 방법에 대해서 기술하고 있다. 이 방법에 따르면 3차원 장면의 복소 진폭값을 가진 오브젝트가, 각 구역층에서 개별적인 오브젝트 데이터 세트가 이산적인 진폭값을 갖고서 매트릭스 도트 형태로 정의되도록 병렬 가상 구역층의 매트릭스 도트에 할당되며, 홀로그램 디스플레이의 공간 광변조기에 대한 홀로그래피 인코딩이

이 영상 데이터 세트로부터 계산된다.

- [0017] 본 출원인의 국제공개문 WO2008/025839(본 명세서에 인용으로 포함됨)에 따르면 컴퓨터에 의해 하기의 단계가 실시된다.
- [0018] - 회절 영상은 각 단층촬영 장면 단면의 각 오브젝트 데이터 세트로부터, 유한 거리에 위치하며 그 단면층에 평행한 관찰자면에 대한 파동장(wave field)의 독립된 2차원 분포 형태로 계산된다. 이 경우에 모든 단면의 파동장은 관찰자의 눈 부근의 관찰자면에 위치하는 적어도 하나의 공통 가상 관찰자창에 대해 계산되며, 상기 관찰자창의 면적은 비디오 홀로그램에 비해 감소된다.
- [0019] - 모든 단면층의 계산된 분포는 가산되어 관찰자면에 대해 기준이 되는 데이터 세트에서 관찰자창에 대해 전체 파동장을 정의한다.
- [0020] - 기준 데이터 세트는 장면의 전체 컴퓨터 생성 홀로그램에 대한 홀로그램 데이터 세트를 생성하도록 유한 거리에 위치하며 기준면과 평행한 홀로그램면으로 변환된다. 이 경우에 홀로그램면 내에 공간 광변조기가 배치되며, 장면은 인코딩 후에 상기 공간 광변조기의 의해 관찰자눈 앞의 공간에서 재구성된다.
- [0021] 상기 설명된 방법과 디스플레이는 장면 그 자체의 오브젝트를 재구성하지 않고 하나 또는 복수의 가상 관찰자창에서 오브젝트로부터 나오는 파면을 재구성한다는 착상에 근거한다.
- [0022] 관찰자는 가상 관찰자창을 통해 장면을 지켜볼 수 있다. 가상 관찰자창은 관찰자눈의 동공을 포함하며 공지의 위치 검출 및 추적 시스템에 의해 실제 관찰자 위치로 추적될 수 있다. 홀로그램 표시의 공간 광변조기와 관찰자창 사이에는 가상의 절두체(frustum) 형상의 재구성 공간이 형성되며, 이 경우에 SLM은 절두체의 상단에서 베이스와 관찰자창을 표현한다. 관찰자창이 너무 작으면 절두체는 피라미드 형태로 근사화될 수 있다. 관찰자는 가상 관찰자창을 통해 표시 쪽으로 보며 장면을 표현하는 파면을 관찰자창에서 수신한다. 필요한 변환 수가 많기 때문에 홀로그램 인코딩 프로세스는 큰 연산 부하를 유발한다. 실시간 인코딩은 고가의 고성능 컴퓨팅 장치를 필요로 할 것이다.
- [0023] 본 출원인이 출원한 WO2008/025839에는 깊이 정보를 가진 3차원 영상 데이터로부터 비디오 홀로그램을 실시간으로 생성할 수 있도록 하는 방법이 기재되어 있다. 이 방법에 따르면 비교적 간단하고 저가의 컴퓨팅 유닛을 이용하여 홀로그램을 생성하는 것이 가능하다.
- [0024] 본 출원인이 출원한 WO2008/025839에는 컴퓨터 생성 비디오 홀로그램을 실시간으로 생성하는 방법이 기재되어 있다. 공간 광변조기(SLM) 상의 오브젝트 포인트를 통해 구성된 3차원 장면의 표현을 위한 홀로그램값은 깊이 정보를 가진 영상 데이터에 기초하여 인코딩된다. 상기 종래의 해법과 유사하게 WO2008/025839에 기재된 방법은 장면 그 자체의 오브젝트를 재구성하지 않고 하나 또는 복수의 가상 관찰자창에서 오브젝트로부터 나오는 파면을 재구성한다는 착상에 근거한다. 변조된 파동장은 홀로그램값에 의해 제어되는 공간 광변조기(SLM)에 의해 충분히 코히런트한 광으로부터 생성되며, 원하는 실제 또는 가상 3차원 장면은 공간에서의 간섭을 통해 재구성된다. 가상 관찰자창은 SLM을 베이스로 한 절두체 형상의 재구성 공간에서 생성된다. 이 창은 관찰자눈 부근에 위치하며, 공지의 위치 검출 및 추적 시스템에 의해 실제 관찰자 위치로 추적될 수 있다. WO2008/025839에 기재된 방법은 관찰자가 장면을 보는 영역이 SLM에서 관찰자창으로 뻗어있는 절두체 형상 재구성 공간에 의해 한정된다는 사실에 기초한다. 이 절두체는 관찰자창이 SLM보다 훨씬 작기 때문에 피라미드 형태로 근사화될 수 있다. 더욱이 이 방법은 단일 오브젝트 포인트의 재구성은 SLM의 서브세트로서 서브홀로그램만을 필요로 한다는 원리에 기초한다. 따라서 각 장면 포인트에 대한 정보는 전체 홀로그램에 걸쳐 분포되는 것이 아니라, 소위 서브홀로그램인 특정의 제한된 영역에만 포함된다. 이러한 개념에 따라서 장면의 개별적인 오브젝트 포인트는 소위 서브홀로그램인 SLM상의 제한된 화소 영역에 의해서만 재구성된다. WO2008/025839의 내용은 각 오브젝트 포인트에 대해서 서브홀로그램의 전체 장면 재구성에의 기여가 탐색표로부터 검색될 수 있고, 이를 서브홀로그램은 전체 장면 재구성을 위해 전체 홀로그램을 형성하도록 축적된다는 생각에 기초한다.
- [0025] *WO2008/025839에 기재된 방법의 특정의 바람직한 예에 따르면 장면 시계(視界)는 각 관찰자의 위치와 그 보는 방향에 의해 정해진다. 각 관찰자에는 관찰자면에서 관찰자눈 부근에 있는 적어도 하나의 가상 관찰자창이 할당된다. 예비 프로세스 단계에서는 장면은 가시 오브젝트 포인트들로 3차원적으로 개별화된다. 이러한 데이터는 미리 소정의 인터페이스로부터 취할 수 있다. WO2008/025839에 개시된 프로세스의 단계들은 다음과 같다.
- [0026] - 단계 1:
- [0027] 각 오브젝트 포인트에 대한 서브홀로그램의 위치를 찾는다: 해당 서브홀로그램의 위치와 크기는 오브젝트 포인트에 대한 서브홀로그램의 위치와 크기를 계산한다.

트의 위치, 즉 그 측방 x, y 좌표와 그 깊이 거리로부터 도출된다.

[0028] - 단계 2

[0029] 탐색표에서 해당 서브홀로그램의 기여를 검색한다.

[0030] - 단계 3

[0031] 상기 2개 단계를 모든 오브젝트 포인트에 대해 반복한다. 이 경우에 서브홀로그램은 전체 장면의 재구성을 위해 전체 홀로그램을 형성하도록 축적된다.

[0032] WO2008/025839에 개시된 간단한 예에 따르면, 오브젝트 포인트에 할당된 서브홀로그램의 크기는 교차선 정리에 기초하여 구해진다. 동공을 포함하는 관찰자창 또는 그 일부는 오브젝트 포인트를 통해 홀로그램면, 즉 SLM로 투사된다. 따라서 이 장면 포인트를 재구성하는데 필요한 서브홀로그램 화소의 지수(indices)가 결정된다.

[0033] WO2008/025839의 기재 내용의 다른 양상에 따르면, 그 위치와 형상에 의해 생기는 SLM 공차를 보상하기 위하여 또는 재구성 품질을 개선하기 위하여 추가적인 보정 기능이 서브홀로그램 또는 전체 홀로그램에 적용된다. 예컨대 서브홀로그램 및/또는 전체 홀로그램의 데이터값에 보정값이 더해진다. 그 외에도 모든 서브홀로그램이 관찰자창의 실제 위치에 의해 정해지기 때문에, 예컨대 관찰자가 측면 위치로부터 큰 각으로 표시를 본다면 더 많은 별다른 관찰자창을 위한 특수한 탐색표가 생성될 수 있다.

[0034] 탐색표를 이용하는 원리는 바람직하게는 WO2008/025839에 기재된 바와 같이 확장될 수 있다. 예컨대 색채와 휘도 정보에 대한 파라미터 데이터가 별도의 탐색표에 저장될 수 있다. 게다가 서브홀로그램 및/또는 전체 홀로그램의 데이터값은 탐색표로부터의 휘도 및/또는 색채값으로 변조될 수 있다. 여기서 색채 표현은 원색이 각자의 탐색표로부터 검색될 수 있다는 생각에 기초한다.

[0035] WO2008/025839에 기재된 방법이 기초하는 탐색표는 바람직하게는 WO2006/066906이나 WO2006/066919(이 둘다 본 출원인이 출원한 것으로 본 명세서에 인용으로 포함됨)에 따라서 생성된다. 그러면 이 탐색표는 적당한 데이터 담체나 저장 매체에 저장된다.

[0036] 도 26A는 단일 관측자의 예로서 WO2008/025839의 기재 내용의 일반적인 개념을 예시한 것이다. 장면(S)의 시계는 관찰자(0)의 위치와 관찰 방향에 의해 정해진다. 관찰자에게는 기준면에서 관찰자눈 부근에 있는 적어도 하나의 가상 관찰자창(VOW; virtual observer window)이 할당된다. 변조된 파동장은 홀로그램값을 통해 제어되는 공간 광변조기(SLM)에 의해 충분히 코히런트한 광으로부터 발생된다. 이 방법과 이 방법으로부터 도출된 표시는 장면 그 자체의 오브젝트를 재구성하는 것이 아니라 오브젝트로부터 나오는 파면을 하나 또는 복수의 가상 관측자창(VOW)에서 재구성한다는 개념에 기초한다. 도 26A에서 오브젝트는 하나의 오브젝트 포인트(PP)로 표현된다. 관찰자(0)는 이 가상 관찰자창(VOW)을 통해 장면(S)을 볼 수 있다. 가상 관찰자창(VOW)은 관찰자(0)의 눈 동공을 포함하며 공지의 위치 검출 및 추적 시스템에 의해 실제 관찰자 위치로 추적될 수 있다. 따라서 비디오 홀로그램의 홀로그램값을 가지고 공간 광변조기(SLM)를 제어하면, 화소에서 변조되어 표시 화면으로부터 나오는 파동장은 재구성 공간에서 간섭을 발생함으로써 원하는 3차원 장면을 재구성한다. 도 26A에서 볼 수 있듯이, 이 구현의 일반적인 원리에 따라서 장면(S)의 단일 오브젝트 포인트(PP)는 소위 서브홀로그램(SH; sub-hologram)인 공간 광변조기(SLM)상의 제한된 화소 영역에 의해서만 재구성된다. 도 26A에서 볼 수 있듯이, 아주 간단한 해법에 따라서, 서브홀로그램(SH)의 크기는 교차선 정리에 기초하여 정해지며, 이에 따라서 이 오브젝트 포인트(OP; object point)의 재구성에 필요한 화소의 지수가 구해진다. 서브홀로그램(SH)의 위치와 크기는 오브젝트 포인트(PP)의 위치, 즉 그 측방 x, y 좌표와 그 깊이 거리, 즉 z 거리로부터 도출된다. 그러면 이제는 이 포인트(PP)를 재구성하는데 필요한 홀로그램값이 탐색표(LUT)로부터 검색된다.

[0037] 서브홀로그램(SH)은 휘도 및/또는 색채값으로 변조되고, 소위 전체 홀로그램을 형성하기 위하여 그 각자의 위치에서 홀로그램면 내로 축적된다. 상기 탐색표에 포함된 데이터는 사전에 발생된다. 이 데이터는 바람직하게는 상기 종래 기술 부분에서 인용한 WO2006/066906에서 설명된 방법을 이용하여 발생되어 적당한 데이터 담체와 저장 매체에 저장된다. 오브젝트 포인트의 위치와 특성을 이용하여 해당 서브홀로그램이 사전에 계산되고, 이에 따라서 서브홀로그램, 색채 및 휘도값 및 보정 파라미터의 탐색표가 생성된다.

[0038] 도 26B는 이러한 원리를 더 상세히 예시한 것으로 오브젝트 포인트(P1, P2)에 각각 할당된 서브홀로그램(SH1, SH2)을 보여준다. 도 26B에서 볼 수 있듯이 이를 서브홀로그램은 한정되어 있으며, 전체 홀로그램, 즉 전체 공간 광변조기(SLM)의 작고 인접한 서브세트를 형성한다. 도 26에서 볼 수 있듯이 교차선 정리에 기초하여 결정된 서브홀로그램의 위치와 크기 이외에도 추가적인 함수 관계도 가능하다.

3. 종래 기술 설명

[0039] WO2004/044659(US2006/0055994) 및 US7315408B2(이 둘은 본 출원인이 출원한 것으로, 그 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함됨)는 충분히 코히런트된 광의 회절을 통해 3차원 장면을 재구성하기 위한 장치로서, 점광원이나 선광원, 광의 초점을 조정하기 위한 렌즈, 그리고 공간 광변조기를 포함하는 장치에 대해서 설명한다. 종래의 홀로그래픽 표시와는 달리, 전송 모드의 SLM은 적어도 하나의 '가상 관찰자창'(이 용어와 그 관련 기술에 대한 설명은 부록 I과 II 참조)에서 3D 장면을 재구성한다. 가상 관측자창들이 단일의 회절 차수로 위치되도록 각 가상 관찰자창은 관찰자눈 부근에 위치하며 크기가 제한되어 있으며, 따라서 각 눈은 SLM 표면과 가상 관찰자창 사이에 빛나는 절두체 형상 재구성 공간에서 3차원 장면의 완전한 재구성을 보게 된다. 홀로그래픽 재구성에 장애가 없도록 하기 위해서는 가상 관찰자창 크기가 재구성의 하나의 회절 차수의 주기적 간격을 초과해서는 않 된다. 그러나 이 크기는 적어도 관찰자가 그 창(들)을 통해 3D 장면의 전체 재구성을 볼 수 있도록 할 정도로 충분히 커야한다. 다른 눈은 동일 가상 관찰자창을 통해 볼 수 있거나, 제2 광원에 의해 생성되는 제2 가상 관찰자창이 할당된다. 여기서 통상적으로 상당히 큰 가시 영역은 국소적으로 위치한 가상 관찰자창으로 제한된다. 이 공지의 해법은 종래의 SLM 표면의 고해상도에 기인하는 큰 면적을 축소적인 형태로 재구성하여 이 면적을 가상 관찰자창의 크기로 축소시킨다. 이에 따라서 기하학적 이유로 인해 작은 회절각과 현재 세대의 SLM의 해상도가 적당한 가격의 소비자 레벨 컴퓨팅 장비를 이용하여 고품질의 실시간 홀로그래픽 재구성을 달성하기에 충분하게 된다.

[0041] US2004/0223049(그 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함됨)에는 3차원 영상을 생성하는 이동 전화가 개시되어 있다. 그러나 여기에 개시된 3차원 영상은 자동입체(autostereoscopy) 기법을 이용하여 생성된다. 자동입체 기법으로 생성된 3차원 영상의 한 가지 문제점은 통상적으로 관찰자가 그 영상이 디스플레이 내부에 있는 것으로 인지하지만 관찰자의 눈은 디스플레이 표면에 초점을 두는 경향이 있다는 것이다. 관찰자 눈이 초점을 두고 있는 곳과 3차원 영상의 인지된 위치 간의 이러한 불일치 때문에 시간이 좀 지난 뒤에는 관찰자가 불편함을 느끼게 되는 수가 많다. 이 문제는 홀로그래피에 의해 생성된 3차원 영상의 경우에는 일어나지 않거나 크게 줄어든다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0042] 홀로그래픽 디스플레이(holographic display)로서, 특히 컴퓨터 생성 비디오 홀로그램(CGH; computer-generated video hologram)이 공간 광변조기에서 인코딩되는 홀로그래픽 디스플레이를 제공한다. 홀로그래픽 디스플레이는 3차원 홀로그래픽 재구성을 생성할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0043] 화소를 가진 공간 광변조기(SLM)를 포함하며, 상기 SLM 화소는 기판 상에 있고, 상기 SLM은 상기 SLM 화소와 동일한 기판 상에 있는 회로를 포함하고, 상기 회로는 상기 SLM의 인코딩을 제공하는 계산을 수행하도록 동작하는 홀로그래픽 디스플레이가 제공된다.

[0044] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 SLM의 인코딩을 제공하도록 수행되는 계산은 상기 SLM의 화소들 사이에 있는 회로를 이용하여 수행될 수 있다.

[0045] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 홀로그램 인코딩 데이터는 상기 화소가 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 이어서 상기 홀로그램 인코딩 데이터는 공지의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 상기 SLM 기판 상의 회로로 전송되고, 상기 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행할 수 있다.

[0046] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터는 연속한 실제 공간 영상 프레임들 간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 계산은 서브홀로그램 차이 데이터와 디스플레이 메모리 위치 데이터로서 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송될 수 있다.

[0047] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 눈 추적이 구현될 수 있다.

[0048] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 SLM의 인코딩을 제공하도록 수행되는 계산은 상기 SLM의 홀로그래픽 인코딩을 결정할 수 있다.

[0049] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 렌즈 광 수차 효과는 상기 공간 광변조기의 인코딩을 통해 동적으로 보정함으

로써 감소될 수 있다.

[0050] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 얼룩 보정이 구현될 수 있다.

[0051] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 화소 인코딩 계산은 상기 SLM의 이산적인 영역에서 대응하는 이산적 영역의 화소 인코딩을 제공하도록 이산적 영역 단위로 수행될 수 있다.

[0052] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 홀로그래픽 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환의 계산을 포함하지 않을 수 있다.

[0053] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 부가 처리 유닛을 포함할 수 있다.

[0054] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 3차원 공간에서의 포인트의 순차적 홀로그래픽 변환은 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인 확장을 통해 수행될 수 있다.

[0055] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 가상 관찰자창에 더 가까운 오브젝트 포인트가 동일 시선을 따라 가상 관찰자창으로부터 더 먼 오브젝트 포인트를 확실하게 가릴 수 있다.

[0056] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 그래픽 카드 기능은 상기 SLM의 화소와 동일한 기판 상에 있는 회로를 이용하여 구현될 수 있다.

[0057] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 2D-3D 영상 변환이 구현될 수 있다.

[0058] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 SLM에서의 인코딩시 또는 전에 영상이 더 용이하게 보이도록 홀로그래픽 영상 데이터에 보상이 실시될 수 있다.

[0059] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 암호해독 및 홀로그램 계산이 상기 SLM의 화소의 기판 상에 있는 회로를 이용하여 실행될 수 있다.

[0060] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 회로는 박막 트랜지스터를 포함할 수 있다.

[0061] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 Si로 이루어질 수 있다.

[0062] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 연속 그레인 SiGe로 이루어질 수 있다.

[0063] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 SiGe로 이루어질 수 있다.

[0064] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 단결정 Si로 이루어질 수 있다.

[0065] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 싱글 그레인 Si로 이루어질 수 있다.

[0066] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 유기 반도체로 이루어질 수 있다.

[0067] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 기판은 단결정 Si일 수 있다.

[0068] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 디스플레이는 LCoS(liquid crystal on silicon) 기술을 이용하여 제조될 수 있다.

[0069] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 디스플레이는 MEMS 기술을 이용하여 제조될 수 있다.

[0070] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 디스플레이는 전계 발광 디스플레이 기술을 이용하여 제조될 수 있다.

[0071] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 기판은 유리일 수 있다.

[0072] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 실제 공간 영상 데이터만이 상기 디스플레이에 전송될 수 있다.

[0073] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 비디오 프레임율은 적어도 약 25Hz일 수 있다.

[0074] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 홀로그래픽 영상 데이터는 강도맵과 깊이맵 데이터로 이루어질 수 있다.

[0075] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 계산은 홀로그래픽 계산일 수 있다.

[0076] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 홀로그래픽 계산은 실시간 또는 준실시간으로 수행될 수 있다.

[0077] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 홀로그래픽 계산은 탐색표 방식을 이용하여 수행될 수 있다.

- [0078] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 연산을 위해 서브홀로그램들이 이용될 수 있다.
- [0079] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 서브홀로그램들을 합산하는 데이터가 서브홀로그램 치수의 거리에 따라 교환될 수 있다.
- [0080] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 홀로그래픽 계산은 상기 SLM 기판 상의 회로 상에서 균질하게 확장(spread)될 수 있다.
- [0081] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 홀로그래픽 계산은 상기 SLM 기판 상에 타일링된(tiled) 클러스터라 불리는 작은 동일한 부분들로 분할될 수 있다.
- [0082] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 서브홀로그램을 합산하는 데이터가 클러스터 치수의 거리에 따라 교환될 수 있다.
- [0083] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 홀로그래픽 디스플레이는 동일한 클러스터를 함께 타일링함으로써 구축될 수 있다.
- [0084] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 홀로그래픽 디스플레이는 고해상도 디스플레이일 수 있다.
- [0085] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 홀로그래픽 디스플레이는 초고해상도 디스플레이일 수 있다.
- [0086] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 가상 관찰자창은 지름이 눈 동공 지름 이상일 수 있다.
- [0087] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 가상 관찰자창은 지름이 1cm 이상일 수 있다.
- [0088] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 각 눈, 즉 각 가상 관찰자창에 대해 깊이맵과 강도맵 한 쌍이 구성될 수 있다.
- [0089] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 단색 영상이 디스플레이될 수 있다.
- [0090] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 컬러 영상이 디스플레이될 수 있다.
- [0091] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 상기 컬러 영상은 RGB 포맷으로 될 수 있다.
- [0092] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 홀로그램의 화소값을 계산하기 위하여 원영상(original image)의 세부분(sub-section)의 값만이 고려될 수 있다.
- [0093] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 홀로그래픽 재구성에 이용된 광은 디스플레이 전체에 걸쳐 완전히 코하런트(coherent)한 것이 아니고, 코하런스는 상기 디스플레이의 세부분 내에 존재할 수 있다.
- [0094] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 홀로그램 데이터의 전송보다 원영상 데이터의 전송을 위한 배선이 적더라도 충분할 수 있다.
- [0095] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 데이터 전송 주파수를 감소시키면 행과 열 드라이버에서 소모되는 전력을 절감하는 이점이 있을 수 있다.
- [0096] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 열 및 행 배선을 위해 종래 기술에서 필요했던 화소 면적의 큰 비율이 다른 용도에 이용될 수 있다.
- [0097] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 투명 전극 면적이 증가될 수 있고, 따라서 상기 디스플레이의 투과율이 개선될 수 있다.
- [0098] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 디스플레이 패널은 종래의 디스플레이 기술을 이용하여 제어될 수 있다.
- [0099] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 홀로그래픽 변환은 1차원 변환일 수 있다.
- [0100] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 홀로그래픽 변환은 2차원 변환일 수 있다.
- [0101] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, 계산된 데이터의 로컬 포워딩을 위한 부가 로직이 존재하고, 상기 부가 로직은 적어도 일부 전역 행 및 열 배선이 제거되도록 원영상을 클러스터로 전송하는데 공동 이용될 수 있다.
- [0102] 상기 홀로그래픽 디스플레이에서, TFT와 같은 리던던트(redundant) 회로는 장치 기동시에 사용된 회로가 고장난 것이 발견되면 일부 리던던트 회로가 상기 장치 기동시에 사용된 회로를 대체하는데 사용되도록 화소들 공간에서 제조될 수 있다.

[0103] 공간 광변조기를 조명하는 광원과 광학 시스템을 포함하는 본 발명에 따른 홀로그래픽 디스플레이를 이용하여 복수의 이산적 포인트로 구성된 3차원 장면의 홀로그래픽 재구성을 생성하는 방법에 있어서,

[0104] 상기 공간 광변조기에서 홀로그램을 인코딩하는 단계를 포함하는 홀로그래픽 재구성 생성 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0105] 보다 효과적인 홀로그래픽 디스플레이가 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0106] 도 1은 홀로그램의 데이터율이 원래의 실제 공간 데이터의 데이터율보다 훨씬 높은 것을 도시한 도.

도 2는 종래의 SLM의 일부의 구조 및 성능 특성을 홀로그래픽 계산이 화소 매트릭스의 공간에서 수행될 수 있는 SLM의 일부의 구조 및 성능 특성과 비교하는 것을 도시한 도.

도 3은 홀로그래픽 계산이 화소 매트릭스의 공간에서 수행될 수 있는 SLM의 일부의 구조를 도시한 도.

도 4는 압축해제 계산이 홀로그래픽 데이터의 표시를 위해 화소 매트릭스의 공간에서 수행될 수 있는 SLM의 일부를 도시한 도.

도 5는 압축해제 계산이 종래의 2차원 표시 데이터의 표시를 위해 화소 매트릭스의 공간에서 수행될 수 있는 SLM의 일부를 도시한 도.

도 6은 TFT 제조 공정도.

도 7은 TFT 제조 공정도

도 8은 일 구현에 따른 홀로그램 재구성 방법을 보여주는 도.

도 9는 일 구현에 따른 홀로그램 재구성 방법을 보여주는 도.

도 10은 종래 기술에 따른 종래의 능동형 매트릭스 액정 표시 장치의 일반적으로 구조를 도시한 사시도.

도 11은 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이의 능동형 매트릭스 기판의 제조 단계들을 도시한 도.

도 12는 도 11의 능동형 매트릭스 기판의 추가적인 제조 단계들을 도시한 도.

도 13은 도 12의 능동형 매트릭스 기판의 추가적인 제조 단계들을 도시한 도.

도 14는 이산적인 임의의 위치에서 오브젝트 포인트를 표현한 홀로그래픽 디스플레이를 도시한 도.

도 15는 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이에서 그래픽 계산에서 구현될 수 있는 기능 유닛을 도시한 도.

도 16은 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이에서 이용된 서브홀로그램(SH)에 대한 탐색표를 도시한 도.

도 17은 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이에 대한 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가적인 처리 유닛을 도시한 도.

도 18은 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이에 대해, 서브홀로그램을 이용하는 경우에 셀의 수가 더 작기 때문에 연산 부하가 훨씬 적은 것을 도시한 도.

도 19는 시각 t에서의 장면, 시각 t+1에서의 추가 장면, 그리고 차이 장면을 도시한 도.

도 20은 어드레서블 데이터 전송을 가진 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이 장치를 도시한 도.

도 21은 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이에서 트랜지스터 수가 계산되는 스프레드시트의 일부를 도시한 도.

도 22는 도 21의 스프레드시트의 일부의 나머지 부분을 도시한 도.

도 23은 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이 장치에 따른 클러스터 설계의 간략화된 도.

도 24는 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이 장치에 따른 디스플레이 데이터가 취하는 경로를 도시한 도.

도 25는 종래의 2D 디스플레이 데이터 또는 홀로그래픽 디스플레이 데이터를 표시하는 디스플레이에 대한 화소 매트릭스의 공간에서 연산 계산이 수행될 수 있는 SLM의 일부를 도시한 도.

도 26은 종래 기술에 따른 서브홀로그램 생성 방법을 도시한 도.

도 27은 일 구현에 따른 홀로그램 재구성 방법을 도시한 도.

도 28은 일 구현에 따른 패널 태일링을 도시한 도.

도 29는 어클루전에 관련된 기하학적 고려사항을 도시한 도.

도 30은 어클루전에 관련된 기하학적 고려사항을 도시한 도.

도 31은 일 구현에 따른 어클루전 현상을 처리하는 방법을 도시한 도.

도 32는 일 구현에 따른 어클루전 현상을 처리하는 방법을 도시한 도.

도 33은 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이 장치에 따른 디스플레이 데이터가 취하는 경로를 도시한 도.

도 34는 일 구현에 따라 제어 가능한 프리즘을 이용하여 가상 관찰자창을 이동시킴으로써 한 명 또는 그 이상의 사용자를 추적하는 방법을 도시한 도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0107] A. 화소와 동일한 기판상에서 계산을 수행하는 홀로그램 디스플레이

일 구현은 3차원 영상에 대응하는 강도맵과 깊이맵과 같은 실제 공간 영상 데이터를 수신하는 디스플레이를 포함한다. 그러면 공간 광변조의 홀로그래픽 인코딩은 이 3차원 영상에 기초하여 실시간으로 또는 준실시간으로 계산된다. 홀로그램 계산 중 적어도 일부는, 하나의 기판상에서 구현되는 공통 유닛을 형성하기 위하여 종래 기술 장치에서는 기능적으로 그리고 공간적으로 분리된 2개의 기능 유닛, 즉 홀로그램 계산 유닛과 홀로그램 디스플레이 유닛을 결합함으로써, 화소 매트릭스가 존재하는 물리적 공간에서 수행될 수 있다. 이것은 홀로그램 계산 중 적어도 일부를 위한 트랜지스터가 화소 제어를 위한 트랜지스터들 사이에 또는 그들 다음에 접적될 수 있다는 것을 의미한다. 또는 모든 홀로그램 계산은, 하나의 기판상에서 구현되는 공통 유닛을 형성하기 위하여 종래 기술 장치에서는 기능적으로 그리고 공간적으로 분리된 2개의 기능 유닛, 즉 홀로그램 계산 유닛과 홀로그램 디스플레이 유닛을 결합함으로써, 화소 매트릭스가 존재하는 물리적 공간에서 수행될 수 있다. 또는 홀로그램 계산을 위한 트랜지스터의 일부나 전부가 화소 매트릭스 밖에서 화소 제어를 위해 이용된 트랜지스터와 동일한 기판 상에 있을 수 있다. 당업자라면 용어 "동일한 기판 상에"라는 것이 트랜지스터가 그 기판과 원자 레벨 접촉만을 할 수 있다는 것을 의미하는 것이 아니라 기판이 일반적으로 회로가 배치된 물리적으로 지지하는 매체를 제공한다는 것을 의미함을 잘 알 것이다. "기판"의 의미에 대한 추가 정보는 "기판"이라는 제목의 절에서 설명될 것이다.

[0109] 화소 매트릭스 내나 동일 기판 상의 그 밖의 곳에서의 홀로그램 계산은 종래 기술에서 설명된 분석적 홀로그램 계산 방법에 한정되는 것은 아니다. 탐색표(LUT) 방식과 같은 다른 형태의 계산도 가능하다. 분석적 계산 방법은 이 계산 방법을 실증하기 위한 일례로서 이용될 수 있다. 화소 매트릭스에서의 홀로그램 계산에 있어서는 홀로그래픽 연산 방법은 전체 디스플레이에 걸쳐 동일하며, 대략 서브홀로그램 치수의 거리에 걸쳐 서브홀로그램들을 가산하기 위해 데이터를 교환하는 것이 바람직하다. 서브홀로그램들은 연산에 이용된다. 이 연산을 전체 디스플레이 표면에 걸쳐 균질하게 확장하는 것이 가능하다. 그러나 하드웨어 설계, 시뮬레이션 및 검증을 용이하게 하기 위해서는 연산을 그 디스플레이 표면에 걸쳐 타일된(tiled) 클러스터(cluster)라 불리는 작은 똑같은 부분으로 나누는 것이 가능하다. 이 타일들은 직사각형일 필요는 없으며 타일형 육각형("별집")과 같은 다른 구조도 가능하다. "클러스터"라는 명칭은 홀로그램 연산 데이터 경로의 일부 또는 전체를 포함하는 연산 유닛에 대해 사용된다. 그러므로 클러스터는 원 실제 공간 데이터의 일부로부터 디스플레이의 타일을 위한 홀로그램 데이터를 연산해 낼 수 있는 최소 단위일 수 있다. 이들 클러스터는 바람직하게는 인접한 단위들 간에 데이터를 교환하며, 따라서 인접한 단위들로부터의 서브홀로그램이 중첩되는 경우에는 SLM이 올바로 인코딩될 수 있다. 이것은 도 24에 개략적으로 도시되어 있다. 클러스터 방식의 한 가지 이점은 클러스터가 설계된 후에는 홀로그래픽 디스플레이가 똑 같은 클러스터들을 함께 태일링함으로써 쉽게 구축될 수 있다는 것이다.

[0110] 이상적으로는 매우 높은 영상 품질을 가진, 또는 수 mm 폭이 아닌 하나 또는 그 이상의 cm 폭, 또는 이 둘 정도의 가상 관찰자창을 가진 홀로그램을 디스플레이하는 데는 매우 높은 해상도, 예컨대 16,000x12,000 화소가 필요하다. 강도 영상과 3차원 깊이 정보(이것은 "Z 베퍼"라고 할 수 있음)를 포함하는 디스플레이될 영상 내용은 통상적으로 2,000x1,500 화소까지만의 해상도를 갖고 있다. 도 1에 도시된 바와 같이 홀로그램을 디스플레이하는데 필요한 데이터율은 원 데이터를 디스플레이하는데 필요한 데이터율보다 예컨대 예시값이 주어지면 48

배 만큼 훨씬 더 높다. 도 1에서 3차원 영상 데이터는 강도맵과 3차원 깊이맵의 형태로 공급된다. 바람직하게는 하나의 깊이맵과 강도맵 쌍이 각 눈에 대해, 즉 각 가상 관찰자창에 대해 구성되어야 한다. 이를 맵 각각은 2,000x1,500 화소의 데이터 어레이로 이루어진다. 각 맵 내의 각 화소에 대한 데이터는 각각 8비트의 3가지 색과 하나의 z값, 즉 4개의 값으로 표현된다. 비트는 바이너리 수이다. 그러므로 화소당 32 비트가 필요하다. 비디오 데이터는 25Hz, 즉 초당 25 프레임(fps)으로 제공된다. 2개의 시계(오른쪽 눈과 왼쪽 눈)를 이용하면 데이터율은 도시된 바와 같이 초당 4.8 Gbit이다. 이 데이터는 간단한 경우에는 프레임별로 홀로그램을 계산하는데 이용되나, 연속한 프레임과 연관된 일부 데이터 프로세싱은 예컨대 잡음을 완화시키거나, 아티팩트를 저감시키거나 또는 필요한 데이터 전송율을 저감시키거나 하는 것과 같이 더 복잡한 예에서 수행될 수 있다. 홀로그램 연산은 16,000x12,000 화소의 데이터 어레이에 대응하는 데이터 출력을 산출하는데, 이 경우에 각 화소는 8 비트로 표현되고, 프레임율은 25Hz 비디오율과 2개의 시계 및 3개의 색을 이용하는 경우에는 150fps이다. 그러므로 홀로그램에 대한 데이터율은 도시된 바와 같이 초당 230Gbit이다. 도 1의 내용은 3개의 원색인 적색, 녹색 및 청색이 디스플레이되는 프로세스를 나타낸다. 이 예는 단일 사용자 구성에 관한 것이지만, 더 높은 디스플레이 프레임을 가진 복수의 사용자 구성도 가능하다. 당업자라면 홀로그래픽 디스플레이에서 다른 많은 데이터율 예에 대해서도 잘 알 것이다.

[0111] 약 25Hz의 프레임율은 동영상에 대한 최소 허용율임을 알아야 한다. 25Hz 이상의 프레임율은 더 부드러운 재생에 이용되어야 한다. 프레임율이 높을수록 관찰자에게는 재생이 더 부드럽게 나타날 것이다.

[0112] 홀로그램은 주어진 디스플레이 광파장에 대해서만 계산될 수 있다. 이것은 계산이 각 오브젝트 포인트에 대해 3번, 즉 각 성분색, 예컨대 적색, 녹색 및 청색에 대해 한 번씩 수행되기 때문이다. 3개의 색성분을 이용하여 다른 색도 생성될 수 있으며, 이러한 색혼합은 순차적으로 또는 동시에 실현될 수 있다.

[0113] 홀로그램이 동일 기판상의, 예컨대 화소 매트릭스 내의 회로에서 생성되는 경우에는 원 영상 데이터만이 디스플레이 기판으로 전송될 필요가 있다. 홀로그램이 화소 매트릭스 내의 회로를 이용하여 생성되는 경우에는 강도 정보와 깊이 정보가 나중에 홀로그램 계산에 필요하게 될 패널 내의 위치들로 전송된다. 일 구현의 바람직한 디스플레이에서는 홀로그램의 화소값을 계산하기 위하여 원 영상의 하위 부분의 값만이 고려될 것이다. 이에 대한 한 가지 이유는 일 구현의 바람직한 실시예에서는 재구성에 이용되는 광이 전체 디스플레이에 걸쳐 완전히 코히런트하지 않고, 코히런스가 디스플레이의 작은 하위 부분이 될 수 있는 디스플레이의 하위 부분 내에 존재하기 때문이다. 디스플레이의 다른 하위 부분에 대한 디스플레이의 하나의 하위 부분으로부터는 코히런트가 존재하지 않거나 한정된 정도로만 존재한다. 바람직한 디스플레이의 각 하위 부분은 전체 홀로그램 중 해당 서브 홀로그램을 생성하는데 이용될 수 있다. 따라서 서브홀로그램의 치수는 서브홀로그램의 계산을 위해 원 영상의 강도와 깊이값이 요구되는 화소 부근의 영역의 최대 확대를 한정한다. 이것은 또한 소위 "로컬 배선"이라 하는 필요한 내부 배선의 길이를 한정한다(도 3 참조). 이 해법에 따르면 홀로그램을 생성하는데 필요한 많은 화소 데이터량 전부 또는 적어도 일부가 화소 데이터가 디스플레이될 디스플레이 패널 상의 영역에서 바로 계산되어야 하기 때문에 홀로그래픽 디스플레이 데이터를 긴 배선을 통해 전송하거나 데이터를 중간 저장할 필요가 없거나 그 필요성이 줄어든다. 이에 따라서 디스플레이 패널로 보내질 데이터의 해상도가 감소할 것이며, 따라서 디스플레이 패널로 보내질 데이터율이 감소할 것이다. 이 예가 도 1에 도시된 상황에 적용되면 데이터 전송율이 약 50배 감소된다. 따라서 전체 패널에 걸쳐 뻗어있는, 소위 "글로벌 배선"(도 3 참조)이라 하는 행과 열 배선의 수가 따라서 감소될 것이다. 배선 수가 작아지더라도 홀로그램 데이터 전송에 대해서 보다는 원 영상 데이터 전송에 대해서 충분할 것이며, 그에 따라서 전송 주파수도 감소될 수 있고, 따라서 행 및 열 드라이버에서의 전력 소모를 줄일 수 있는 부가적인 이점을 갖게 된다.

[0114] 데이터 전송 주파수를 감소시키면 행 및 열 드라이버에서의 전력 소모를 줄일 수 있는 이점이 있다. 이것은 바이너리수를 0에서 1로 또는 그 반대로 스위칭하는 데는 전력이 필요하기 때문이다. 스위칭 속도가 빨라지면 전력 요구도 증가한다. 전력은 결국은 열로 소산되는데, 이는 높은 데이터 전송 주파수 디스플레이에서는 열적 문제를 일으킬 수 있다. 열적 문제는 부품이 열 유도 스트레스의 결과로서 전자 부품의 접촉, 균열 및 고장으로 위험할 정도로 뜨거워지는 것, 전자 부품의 산화와 같은 원치않는 화학적 반응, 극단적인 온도에 노출되는 결과로서 액정 물질의 품질 열화, 그리고 증가된 온도의 결과로서 열 캐리어 발생과 같은 반도체 물질의 행동 변화를 포함할 수 있다. 장치가 배터리로 가동되는 경우에는 배터리로부터 전력이 많이 흘러나올수록 배터리가 더 빨리 방전될 것이며, 이에 따라 장치가 배터리 충전 중에 사용될 수 있는 시간이 줄어들 것이다.

[0115] 그러면 열 및 행 배선에 대한 종래의 해법에 필요했던 화소당 면적 중 큰 부분은 다른 목적을 이용될 수 있다. 도 2는 2가지 해법을 작동 원리를 비교한 것이다. 종래 기술에 따른 해법에서는 16,000x12,000 화소를 가진 고 해상도 홀로그래픽 디스플레이가 고려된다. 행과 열 라인을 짧게 하기 위해서 디스플레이의 예컨대 도 28에 도

시된 바와 같이 4개의 사분면으로 분할된다. 각 사분면은 8,000개의 열 배선과 6,000개의 행 배선을 갖고 있다. 총 32,000개의 열 배선과 24,000개의 행 배선이 필요하다. 한 명의 사용자에 대해서 25fps 비디오율(입력 데이터 - 강도 및 z-버퍼 -의 프레임율)에서 각각 3개의 성분색(예컨대 R, G, B)을 가진 2개의 시계를 갖게 되면 디스플레이율이 초당 150개의 영상이 된다. 행 수를 곱하고 프레임들 간 블랭크 전송 시간에 대해 10% 가산하면 1MHz 열 구동 주파수가 필요하다. 일 구현에 따른 해법의 예에서는 영상 데이터는 2,000x1,500 화소의 실제 영상 화소 어레이에 따라 공급된다. 디스플레이가 4개의 사분면으로 분할된 경우에 각 사분면은 750개의 행 배선을 갖는다. 이것에 초당 150개 영상을 곱하고 프레임들 간 블랭크 전송 시간에 대해 20%를 가산하면 나타낸 바와 같이 135kHz 열 구동 주파수만이 필요하다. 이 예는 단일 사용자 구성에 관한 것이지만, 더 높은 디스플레이 프레임을 가진 복수의 사용자 구성도 가능하다.

[0116] 패널과 계산 파라미터에 따라서는, 도 2의 구현에 따른 해법에서는 생략될 수 있는 행 및 열 배선에서 절감되는 공간은, 도 2의 종래 기술에 따른 해법과 비교해 볼 때, 홀로그램 계산을 위해 회로에 필요한 공간보다 더 클 수 있으며, 따라서 절감된 공간의 일부만이 홀로그램 계산에 이용되는 트랜지스터에 필요할 것이다. 이 경우에 투명 전극의 면적이 증가할 수 있고, 따라서 LCD의 투과율이 개선될 수 있다. 이 계산은 절감된 화소 면적에서 실시되기 때문에 디스플레이와 동일 기판상에 있지 않고 공지의 종래 장치에서는 상당한 곤란과 비용을 유발할 수 있는 추가적인 계산 유닛이 필요 없게 된다. 다른 이점은 패널 제어를 위한 데이터율이 종래의 LCD 경우와 거의 같기 때문에 패널 제어의 복잡성이 줄어든다는 것이다. 25fps에서의 2,000x1,500 화소의 예시적인 해상도와 화소당 32비트를 가진 2개의 시계에 대한 4.8Gbit/s의 데이터율은 60Hz 프레임율과 3개의 8비트 색을 가진 1,920x1,600 화소를 가진 TFT 패널에 대한 것과 거의 동일하다. 이 예는 단일 사용자 구성에 관한 것이지만, 더 높은 디스플레이 프레임을 가진 복수의 사용자 구성도 가능하다. 이것은 그와 같은 패널이 종래의 디스플레이 기술로도 쉽게 제어될 수 있으나, 당업자라면 잘 알고 있는 바와 같이, 도 1의 230Gbits/s의 예시적인 데이터 전송율을 가지고 전체 홀로그램을 계산 유닛과 디스플레이 전자 장치 간과 디스플레이 전자 장치와 디스플레이 패널 간에 전송하는 것은 구현하기 어렵고 고가인 특수한 해법을 이용하여서만 실행될 수 있다는 것을 의미한다.

[0117] 공간 광변조기상에서의 홀로그램의 2차원 인코딩을 고려하면, 원 실제 공간 영상이 2,000x1,500 화소를 갖고 있고 25fps의 비디오 프레임율로 공급되는 경우에는 홀로그래픽 계산에는 대략 1억개의 트랜지스터, 즉 실제 공간 화소당 약 34개의 트랜지스터가 필요하게 될 것이다. 이것은 스위칭 주파수가 200MHz인 단결정 Si 회로에 대한 것이다. 다결정 Si로 만들어진 TFT의 경우는 스위칭 주파수가 대략 25MHz 정도밖에 되지 않을 수 있으므로 낮은 스위칭 속도를 보상하는 데는 트랜지스터가 1억 개가 아니고 약 6억 9천만 개가 필요할 수 있다. 홀로그램 해상도가 16,000x12,000 화소라면 이는 홀로그램 화소당 트랜지스터가 약 4개라는 것을 의미한다. 계산된 값은 새로운 영상이 디스플레이될 경우에만 화소 셀에 기입될 수 있기 때문에 화소당 1 또는 2개의 트랜지스터가 추가되어야 할 것이다. 동일한 해상도를 유지하면서 디스플레이의 치수가 더 커지면 화소 피치가 더 커지게되고, 따라서 화소 부근에 추가 배치될 수 있는 트랜지스터 수도 더 많아질 것이다. 트랜지스터 수에 대한 더 자세한 평가는 "트랜지스터 수의 평가" 절에서 설명될 것이다.

[0118] 패널이 행 및 열 배선을 통해 제어되는 경우에 이를 배선은 디스플레이가 클수록 더 넓어져야 한다. 이것은 고정된 배선 재료의 전기 저항과 고정된 배선 횡단면적에 있어서 배선의 전기 저항이 그 길이에 비례하고; 고정된 배선 재료의 전기 저항과 고정된 배선 길이 및 두께에 있어서 배선의 전기 저항이 그 폭에 반비례하기 때문이다. 이것은 화소 매트릭스에서 홀로그램을 계산하는 방법이 특히 크고 고해상도의 홀로그래픽 디스플레이에 대한 종래의 제어 기술에 비해 유리하다는 것을 의미한다.

[0119] TFT 트랜지스터로의 집적은 계산을 위한 트랜지스터가 화소 트랜지스터와 함께 기판에 형성된다는 점에서 큰 이점을 갖고 있다.

[0120] 트랜지스터 수의 증가가 고장 확률을 높일 수 있는 경우에만 추가 비용이 들 것이다. 이것은 내고장(fault-tolerant) 계산 방법을 이용하면 보상될 수 있는데, 이 방법에서는 개별 요소에서의 고장은 성분에 결함이 없는 경우에 얻을 수 있는 계산 결과로부터 약간의 편차만 생기게 할 것이다.

[0121] 계산은 도 2와 3에서 클러스터라 불리는 많은 인접한 컴퓨팅 유닛에서 실시될 것이다. 일반적으로 컴퓨팅 유닛(클러스터)의 크기는, 이것이 클수록 한편에서는 데이터 전송율 절감이 작아지고 다른 한편으로는 계산 구현이 더 용이해지므로, 최적화되어야 한다.

[0122] 일 구현의 다른 예에서 디스플레이에는 강도맵과 깊이맵 데이터와 같은 실제 공간 데이터에 기초하여 연산된 홀로그래픽 영상 데이터를 표시하는데 사용된다. 종래 기술의 디스플레이가 갖는 본래적인 문제는 디스플레이 회로

와 동일한 기판상에서 구현되지 못하는 회로를 필요로 한다는 것이다. 이러한 부가 회로는 디스플레이 기판과는 다른 별도의 기판상에 구현되어야 한다. 이렇게 되면 장치 부피와 무게가 더 커지는 것과 같이 원치않는 일이 생기게 된다. 고객은 항상 더 작고 더 가늘고 더 가벼운 디스플레이 장치를 원하고 있다. 일 구현의 홀로그래픽 디스플레이에는 디스플레이 회로와 동일한 기판상에 있는 연산 회로를 갖고 있다. 이 연산 회로는 디스플레이의 화소들 사이에 있거나, 디스플레이의 화소 어레이 밖에 있을 수 있지만 여전히 동일 기판상에 있을 수 있다.

[0123] LCoS(liquid crystal on Si) 디스플레이에서의 집적화에 대한 주석(notes)

[0124] 단결정 실리콘 웨이퍼에 적용되는 LCoS 디스플레이가 작은 경우에는 사정이 좀 다르다. 훨씬 더 높은 주파수는 이 디스플레이 기술로도 가능하며, 따라서 아마도 화소당 하나 이하의 트랜지스터라도 홀로그래픽 계산에는 충분할 것이다. 일반적으로 이 계산은 대부분은 이산적 계산과 동일할 것이며, 컴퓨팅 유닛은 화소 셀에 의해서만 차단될 것이다. 계산에 필요한 Si 면적은 그대로 있기 때문에 여기서는 전송되거나 저장만 될 데이터량이 더 작다는 점에서 절감이 달성될 수 있다. 이에 따라서 행 및 열 배선에 필요한 면적은 절감되고 데이터를 LCoS에 전송하는 것이 용이해진다. 그러나 연산 회로가 디스플레이 회로와는 다른 기판에 있는 경우보다 해법이 더욱 간결하면서 비용도 더 적게 들게 되므로 연산 회로가 이 디스플레이 회로 내에는 위치하지 않지만 디스플레이 회로와 동일한 기판상에 있을 수 있다.

[0125] 로컬 포워딩(Local forwarding)

[0126] 계산된 데이터의 로컬 포워딩을 위한 부가 로직이 이미 존재하므로 이 로직은 원 영상을 각자의 영역으로 전송하는데도 공동이용될 수 있고, 따라서 글로벌 행 및 열 배선은 완전히 남아돌게 된다. 원 데이터는 예컨대 시프트 레지스터를 이용하여 클러스터들 간에 전송될 것이다. 행 제어는 국소적으로 실시되므로 행 배선을 생략해도 디스플레이의 우측과 좌측이 정보를 기록하는데 이용될 수 있다.

[0127] 내고장 컴퓨팅 유닛

[0128] 통상적인 TFT 디스플레이에는 예컨대 1,600x1,200 화소의 해상도를 이미 가지고 있으므로 화소 예러로서 보이게 되는 제조 예러가 있을 수 있다. 홀로그래피에서의 고해상 디스플레이에는 훨씬 더 많은 수의 화소, 따라서 훨씬 더 많은 수의 TFT를 갖고 있으며, 따라서 화소 예러가 생길 확률이 크게 증가한다. 계산을 위한 추가적인 TFT가 집적된다면 예러율이 다시 증가할 것이다. 이에 따라 단일 결점이 있는 TFT에서 예러가 전체 디스플레이를 통해 전파하지 않고 이상적인 성능으로부터 약간의 국소적인 편차만 생기도록 계산 프로세스를 설계할 필요가 있다.

[0129] 일부 제조 예러는 관찰자에게 보이지 않거나 인간의 시각 계통에 가장자리만이 인식되는 결과에 이를 수도 있다. 이 경우에는 그와 같은 결함은 참아 줄 수가 있다. 그러나 예컨대 완전히 손상된 클러스터는 많은 SLM 셀이 그와 같은 경우에 영향을 받기 때문에 참을 수가 없다.

[0130] TFT와 같은 여분의(redundant) 회로는 그와 같은 회로가, 장치 기동시에 사용된 회로의 일부가 고장이 나면 이를 대체하는데 사용될 수 있도록 화소 매트릭스 공간에서 제조될 수 있다. 장치가 회로의 스위칭 특성이 회로 오동작을 표시하는지 여부를 검사하는 것과 같이 때때로 자가 테스트를 할 수 있다. 오동작하는 회로는 불휘발성 메모리와 같은 메모리에 사용불가한 것으로 기록될 수 있고, 나머지 회로는 제자리에서 사용되는 것으로 기록될 수 있다. 종래의 내고장 컴퓨터 회로에 대한 유사한 방식은 「"Physics and the Information Revolution" J. Birnbaum and R.S. Williams, Physics Today, January 2000, pp. 38-42」(본 명세서에 인용으로 포함됨)에 설명되어 있다. 이와 달리 화소가 영구적으로 밝게 되는 것이 영구적으로 어둡게 되는 것보다 관찰자를 더 초조하게 하므로 이 회로는 화소가 영구적으로 어둡게 되는 고장 확률이 화소를 영구적으로 밝게 하는 고장 확률보다 크도록 설계될 수 있다.

[0131] 최적화된 예러 공차 설계를 위해서는 회로 내의 더욱 중요한 장소에서 더 큰 성분 크기, 특히 더 큰 측방 크기를 가진 트랜지스터가 회로의 더 중요한 부분의 고장 확률을 줄이도록 구현될 수 있다. 다른 방식은 결합있는 유닛의 결과가 더 큰 표면적에 걸쳐 분산되도록 계산 경로들을 혼합하는 것이다. 이것은 홀로그램 화소의 값을 계산하기 위해서는 약 1000 이상의 값이 더해질 수 있음을 안다면 이해될 수 있다. 이를 값 모두가 동일한 경로로부터 나온다면 홀로그램 화소값은 이 경로가 실패한다면 완전히 틀린 값이 될 것이다. 클러스터가 병렬 경로로 이루어진 경우에는 내부 클러스터 구조는 더해지는 값들이 모든 병렬 경로로부터 나오는 식으로 구성될 수 있다. 그 값이 예컨대 4개의 경로로부터 나온다면 하나의 경로가 실패하는 경우에는 입력값들 중 25%만이 틀릴 것이다. 이 경우에 계산된 홀로그램 화소값은 입력값의 100%가 틀린 경우보다 더욱 정확할 것이다.

- [0132] 어떤 경우에는 "후속 보수" 전략이 이용될 수 있다. 그와 같은 경우에는 디스플레이의 테스트 단계 중에 실패한 유닛을 식별해내고 관련 도선을 물리적으로 잘라내어 그 회로를 변경한다. 그와 같은 방식은 회로 단락 문제를 해결할 수 있다. 잘라진 접속부는 가장 원치않는 화소 고장(예컨대 화소가 높은 강도로 끊임없이 빛나는 것)이 간단히 이들 접속부를 스위칭 오프하여 어두운 상태로 남게 둠으로써 개선될 수 있는 것을 보장할 수 있다.
- [0133] *구현에 따른 장치에 대해서는 그 장치는 하기의 "온라인 제조 프로세스들", 또는 이들의 조합, 또는 당업자에 자명한 다른 제조 프로세스에 따라서 제조될 수 있다. 구현의 장치들 내의 회로를 제조하는 데는 유기 반도체도 이용될 수 있다.
- [0134] B. 동일 기관상의 계산, 공간 광변조기에 대한 인코딩의 효율적인 계산을 수행하는 홀로그램 디스플레이
- [0135] 실시간 또는 준실시간으로 변하는 재구성을 위한 큰 컴퓨터 생성 홀로그램(CGH)의 표현을 위한 3차원 내용의 변환을 위한 공지의 방법은 연산 자원에 관하여 많은 노력이 있어야만 실현될 수 있다. 종래 기술로서 특히 출원 "Method for generating computer-generated video holograms in real time with the help of LUTs"(국제 공개번호 WO2008/025839)에 기재된 개선책에서는 1920x1080 재구성된 오브젝트 포인트를 가진 상호작용 실시간 홀로그램은 계산된 서브홀로그램과 탐색표(LUT)를 이용하여 상용 개인용 컴퓨터(PC) 시스템과 실시간으로 상호작용으로 디스플레이될 수 있다. 이 종래의 방법은 오브젝트 포인트가 도 14에서 개방원으로 나타낸 바와 같이 특정의 이산적 위치에서만 재구성될 수 있다는 것을 특징으로 한다. 여기서 설명된 구현의 방법은 오브젝트 포인트가 도 14에서 폐쇄원으로 나타낸 바와 같이 재구성 절도체 내의 임의의 위치에서 생성될 수 있다는 점에서 이러한 제한을 회피한다. 도 14는 종래의 LUT방법을 이용하여 생성되는 오브젝트 포인트(개방원)를 특정 오브젝트면에 고정적으로 할당하는 방법을 보여준다. 오브젝트면은 홀로그램면에서 일정 거리만큼 떨어진 곳에 위치한다. 그에 반해서 일 구현의 분석 방법에 따르면 오브젝트 포인트(폐쇄원)는 임의의 위치에 있을 수 있다.
- [0136] 파트 A의 구현은 공간 광변조기의 인코딩을 계산하는 종래의 방법을 이용하여 구현될 수 있다. 이와 달리 파트 A의 구현은 공간 광변조기의 인코딩을 더 효율적으로 계산하는 방법을 이용하여 구현될 수 있다. 한 가지 더 효율적인 계산 방법은 국제공개 번호 WO2008/025839에 설명된 것이다. 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산을 필요로 하지 않고 따라서 효율적으로 구현될 수 있는 하기의 더 효율적인 방법은 본 출원인의 구현이다. 또한 하기의 더 효율적인 방법은 푸리에 변환이나 프레넬 변환의 계산을 필요로 하지 않는다고 말할 수 있다.
- [0137] 공간 광변조기의 인코딩을 더 효율적으로 계산하는 방법의 일례는 다음과 같다. 이것은 SLM 광변조 수단(SLM 1)을 포함하는 홀로그래픽 디스플레이 장치(HAE)에 대한 컴퓨터 생성 비디오 홀로그램의 생성을 위한 도 8과 9를 참조로 설명된 분석 방법으로서, 이 방법에서는 오브젝트로부터 나온 파면이 하나 또는 복수의 가상 관찰자 창(VOW)에서 재구성되고 3차원 장면(3D-S)의 각 단일 오브젝트 포인트(OP)의 재구성이 SLM상에서 인코딩될 전체 홀로그램($H_{\Sigma SLM}$)의 서브세트로서의 서브홀로그램(SH)만을 필요로 한다. 이 방법은 3D 장면(3D-S)을 복수의 오브젝트 포인트들로 이산시킨 후에 다음의 단계들을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0138] 3D-장면의 가시 오브젝트 포인트(OP)에 대해
- [0139] 단계 A: 각 오브젝트 포인트(OP)에 대한 서브홀로그램(SH)의 위치 결정.
- [0140] 예컨대 교차 정리를 이용하여, 가상 가시 영역이 오브젝트 포인트를 통해 홀로그램면에서 SLM 그 자체로 투사된 경우에, 서브홀로그램은 충분한 정확도를 가지고 직사각형으로 근사화 또는 모델링될 수 있다. 이 서브홀로그램에는 그 중심에 원점이 있는 로컬 좌표계가 할당되며, 이 좌표계에서 x 좌표는 가로좌표이고, y 좌표는 세로좌표이다. 서브홀로그램은 반폭으로서 치수 "a"를 반높이로서 치수 "b"를 갖고 있다.
- [0141] 단계 B: 홀로그램면(HE) 내의 각 서브홀로그램(SH)에 대한 가상 렌즈(L)의 서브홀로그램의 결정
- [0142] B1: 가상 렌즈의 초점 거리(f)의 결정
- [0143] 렌즈의 초점 거리(f)는 홀로그램면(HE)에서 재구성될 오브젝트 포인트(OP)의 SLM으로부터의 직교 거리이다.
- [0144] B2: 렌즈의 서브홀로그램(SH_L)의 복소값:
- [0145] 서브홀로그램의 복소값은 공식 $z_L = \exp\{-i * [\pi / \lambda f] * (x^2 + y^2)\}$ 를 이용하여 결정된다. 이 공식에서 λ 는 광학적 기준파장이고 f 는 초점 거리이다. 이 공식에서 f 의 플러스 부호는 도 9A에 도시된 바와 같이 볼록 렌즈에 대응한다. 관찰자에 대한 SLM의 반대측에 가상 발산 렌즈를 이용하여 오브젝트 포인트(OP)를 재구성한 경우에는 도

27에 도시된 바와 같이 f 의 마이너스값이 필요하다.

[0146] B3: x 와 y 의 플러스값과 마이너스값에 대한 z_L 의 대칭성 때문에 적당한 부호를 이용하여 하나의 사분면에서 z_L 값을 결정하고 그 결과를 나머지 3개의 사분면에 전달하기에 충분할 것이다.

[0147] 단계 C: 홀로그램면(HE) 내의 프리즘의 서브홀로그램(SH_P)의 결정:

[0148] 선택된 로컬 좌표계로 인해 프리즘은 위상 시프트될 것이며, 이에 따라 이 위상 시프트는 x 및 y 좌표의 선형 함수이다.

[0149] C1: 다음과 같이 구간 $x \in [0, a]$ 내에서 기술되는, 수평 효과를 가진 프리즘(P)의 선형 계수(C_x)의 결정

$$C_x = M * (2\pi / \lambda); M \text{은 절대 프리즘 기울기임(도 9B)}$$

[0151] C2: 다음과 같이 구간 $y \in [0, b]$ 내에서 기술되는, 수직 효과를 가진 프리즘(P)의 선형 계수(C_y)의 결정

$$C_y = N * (2\pi / \lambda); N \text{은 절대 프리즘 기울기임(도 9C)}$$

[0153] C3: 프리즘의 서브홀로그램(SH_P)의 복소값:

[0154] 이 서브홀로그램(SH_P)의 복소값은 다음 식을 이용하여 프리즘의 중첩에 의해 결정된다.

$$z_P = \exp\{i * [C_x * (x-a) + C_y * (y-b)]\}$$

[0156] C4: 광원이 홀로그래픽 디스플레이 장치에 의해 VOW에 이미징되면 프리즘은 무시해도 된다.

[0157] 단계 D: 렌즈와 프리즘의 서브홀로그램의 변조

[0158] 결합된 서브홀로그램의 복소값은 도 9A에 도시된 바와 같이 다음과 같이 가상 렌즈(L)와 가상 프리즘(P) 효과의 복소곱에 의해 주어진다.

$$z_{SH} = z_L * z_P, \text{ 이것은 } SH = SH_L * SH_P \text{로서 기호적으로 표현될 수 있다.}$$

[0160] 단계 E: 위상 시프트

[0161] 각 서브홀로그램(SH)은 (균일하게 분포된) 위상 시프트로 변조되는데, 이 경우에 위상 시프트는 가시 영역 내에서 균질한 조명을 달성하기 위하여 서브홀로그램마다 다르다. 이에 따라 광 코히런스를 가진 광원으로부터의 열룩 무늬를 감소시킬 수 있다. 위상 시프트의 크기는 열룩 무늬를 감소시키기에 충분하며, π 라디안보다 작을 수 있다(즉, 반드시 $-\pi < \Phi_0 < \pi$ 인 것은 아니고, 예컨대 $-\pi/4 < \Phi_0 < \pi/4$ 이다). 이 프로세스는 다음으로 표현될 수 있다.

$$z_{SH} = z_{SH} \exp(i \Phi_0), \text{ 이것은 } SH = SH \exp(i \Phi_0) \text{로서 기호적으로 표현될 수 있다.}$$

[0163] 단계 F: 강도 변조

[0164] 복소값, 즉 각자의 서브홀로그램은 오브젝트 포인트들이 자신의 적당한 휘도와 색채를 표현하도록 다음 식을 이용하여 프레임 버퍼 내용(단색 또는 컬러, 예컨대 R, G, B)으로부터 얻어진 강도 계수로 변조된다.

$$z_{SH} = C * z_{SH}, \text{ 이것은 } SH = C * SH \text{로서 기호적으로 표현될 수 있다.}$$

[0166] 단계 G: 전체 홀로그램 $H \Sigma_{SLM}$ 을 형성하도록 서브홀로그램들을 합산

[0167] 서브홀로그램은 복소 합산을 이용하여 중첩될 수 있다. 전체 홀로그램은 다음과 같이 주어지는 서브홀로그램의 복소합이다.

$$H \Sigma_{SLM} = \sum SH_i, \text{ 이것은 전체 홀로그램에 대한 좌표계에 따라서 } Z_{SLM} = \sum z_{SH_i} \text{로서 기호적으로 표현될 수 있다.}$$

[0169] 위의 단계 C, D 및 E는 일부 구현예에서 개별적으로 또는 조합하여 생략될 수 있다. 이 경우에는 상기 계산 방법을 구현하는데 필요한 하드웨어의 제조 비용을 절감하는 것과 같은 몇 가지 이점은 있지만 대신에 홀로그램의 연산 능력이나 품질이 떨어질 수는 있다.

[0170] 부언하면, 만일 재구성된 오브젝트 포인트가 광학 시스템의 초점이라면 이는 홀로그램면 내에 경사지고 초점 거리 f 를 가진 렌즈가 있다는 것을 의미한다. 경사 렌즈는 비경사 렌즈와 프리즘으로 구성된다. 여기서 설명된 방법에 따라서 오브젝트 포인트는 렌즈 기능과, 필요하다면 프리즘 기능이 서브홀로그램에서 인코딩되도록 재구성된다(도 9A 참조). 다수의 포인트로 이루어진 장면은 서브홀로그램의 중첩에 의해 생성될 수 있다. 이 방법을 이용하여 상호작용 실시간 홀로그래픽 재구성을 위한 오브젝트 포인트들은 상용의 하드웨어 성분을 이용하여 재구성 절두체 내의 임의의 위치에서 생성될 수 있다. 이 해법도 오브젝트 포인트의 수를 쉽게 재조정할 수 있다. 오브젝트 포인트 수는 처리 유닛의 성능이 높을수록 증가할 수 있다.

[0171] 상기 계산 프로세스는 다음과 같이 요약될 수 있다.

[0172] 1. 렌즈의 계산

[0173] a. 초점 거리 f 를 구함

[0174] b. 렌즈 방정식 이용: $e^{\{-i * [\pi / \lambda f] * (x^2 + y^2)\}}$

[0175] 2. 프리즘항 계산(프로세스에 따라서는 선택적임)

[0176] a. C_x , C_y , a 및 b 결정

[0177] b. 방정식: $e^{\{i * [C_x * (x-a) + C_y * (y-b)]\}}$

[0178] $C_x = (2\pi / \lambda) * m$

[0179] $C_y = (2\pi / \lambda) * n$

[0180] 3. 프리즘과 렌즈항의 변조(프로세스에 따라서는 선택적임)

[0181] 4. 임의의 위상 적용(프로세스에 따라서는 선택적임)

[0182] 5. 강도 변조

[0183] 6. 홀로그램의 SLM 특정 인코딩

[0184] C. 동일 기판상의 압축해제 계산을 수행하는 홀로그램 디스플레이

[0185] 일 구현은 3차원 영상에 대응하는 강도맵과 깊이맵과 같은 실제 공간 영상 데이터를 수신하는 디스플레이를 포함한다. 그러면 공간 광변조기의 홀로그래픽 인코딩은 3차원 영상 데이터에 기초하여 실시간으로 또는 준실시간으로 계산된다. 홀로그램 디스플레이 계산의 전부 또는 적어도 일부는 하나의 기판상에서 구현되는 공통 유닛을 형성하기 위하여 종래 기술 장치에서는 기능적으로 그리고 공간적으로 분리된 2개의 기능 유닛, 즉 홀로그램 디스플레이 계산 유닛과 홀로그램 디스플레이 유닛을 결합함으로써, 화소 매트릭스가 존재하는 물리적 공간에서 수행될 수 있다. 이는 홀로그램 디스플레이 계산의 전부 또는 적어도 일부를 위한 트랜지스터가 화소 제어에 사용되는 트랜지스터들 사이에 또는 화소 제어에 사용되는 트랜지스터들 옆에(next to) 집적된다는 것을 의미한다. 또는 홀로그램 디스플레이 계산은 화소 회로와 동일 기판상에 있는 회로를 이용하여 구현될 수 있으나, 이 경우에는 홀로그램 디스플레이 계산 회로는 화소 회로 밖에 있다.

[0186] 이 추가 구현예에서는 홀로그램 계산은 화소 매트릭스가 차지하는 공간 내에 있지 않은 위치에서 수행된다. 그와 같은 계산은 WO2008/025839에 기재된 바와 같이 계산의 연산 효율을 증가시키는 국소 접근가능 탐색표(LUT)를 이용할 수 있다. 도 1에 명백하게 나타나 있는 바와 같이 홀로그램 계산이 디스플레이 화소 공간 밖에서 수행되는 방식이 갖는 문제는 디스플레이 화소로의 총 데이터 전송률이 매우 높아야 한다는 것이다. 이 문제는 도 4의 방식과 같은 방식이 채택되면 피할 수 있는 것이다.

[0187] 디스플레이에서 홀로그램 인코딩 데이터는 화소 매트릭스가 차지하는 공간 밖에서 계산된다. 이 계산이 수행되는 공간은 디스플레이 기판과 동일한 기판상에 있을 수도 있지 않을 수도 있다. 홀로그램 인코딩 데이터는 공지의 데이터 압축 기법을 이용하여 압축된 다음에 전체 디스플레이의 일부인 디스플레이 클러스터로 전송된다. 도 4에서 홀로그램 계산을 위한 TFT는 행 및 열 배선을 통해 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행한다. 그러나 이 데이터는 별별 데이터 버스나 직렬 데이터 접속부를 통하는 것과 같이 다른 수단을 통해 수신될 수도 있다. 따라서 홀로그램 디스플레이 화소와 영상 강도맵 및 영상 깊이맵의 소스 간의 상호접속을 위한 요건이 감소된 클러스터 단위의(on a cluster-by-cluster basis) 홀로그램 디스플레이가 허용된다. 또한 홀로그램 계산 및 데이터 압축은 디스플레이 기판 밖에서 수행될 수 있고, 데이터 압축해제는 디스플레이 화소와 동일한 기

판상의 회로를 이용하여 수행될 수도 있다. 그러나 이 경우에는 데이터 압축해제는 화소 매트릭스 공간 밖에서 수행된다. 다른 예도 당업자에게는 자명할 것이다.

[0188] D. 동일 기관상의 압축해제 계산을 수행하는 고해상도 디스플레이

또 다른 구현에서는 고해상도 디스플레이를 이용하여, 통상의 디스플레이 데이터이거나 아니면 강도맵과 깊이맵 데이터에 기초하여 연산된 홀로그램 디스플레이 데이터일 수 있는 고해상 영상 데이터를 디스플레이한다. 종래 기술의 고해상도 디스플레이가 갖는 본래적인 문제는 제조 어려가 생기기 쉬운 고밀도 회로가 필요하다는 것과 과잉 열발생 문제가 생길 수 있는 높은 스위칭 주파수를 필요로 한다는 것이다. 이런 문제는 도 5의 방식과 같은 방식을 채택하면 감소 내지 없어질 수 있다.

[0189] 고해상도 디스플레이에서 영상 데이터는 공지의 데이터 압축 기법을 이용하여 디스플레이 안이나 밖에서 압축된 다음에 전체 디스플레이의 일부인 디스플레이 클러스터로 전송된다. 이 압축 계산이 수행되는 공간은 디스플레이 기관과 동일한 기관상에 있을 수도 있지 않을 수도 있다. 도 5에서 압축해제 계산을 위한 TFT는 행 및 열 배선을 통해 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행한다. 그러나 이 데이터는 별별 데이터 버스나 직렬 데이터 접속부를 통하는 것과 같이 다른 수단을 통해 수신될 수도 있다. 최소 메모리 요구로서, 25Hz 프레임율에서 압축해제 계산을 위한 TFT는 약 40ms 이하 내에서 클러스터의 화소에 의해 디스플레이를 위한 이 데이터를 압축해제할 필요가 있을 것이다. 따라서 영상 디스플레이 화소와 영상 강도맵의 소스 간의 상호접속을 위한 요건이 감소된 클러스터 단위의 영상 디스플레이가 허용된다. 다른 예도 당업자에게는 자명할 것이다.

[0190] 바람직한 예에서, 압축된 실제 공간 영상 데이터는 디스플레이의 클러스터로 보내진다. 제1 단계에서 클러스터는 그 압축된 실제 공간 영상 데이터의 압축해제를 수행한다. 제2 단계에서 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 제1 단계에서 생성된 데이터를 이용하여 디스플레이의 클러스터에 의해 연산된다. 다른 예도 당업자에게는 자명할 것이다.

[0191] E. 동일 기관상의 계산을 수행하며, 홀로그래픽 변환과 인코딩을 위한 부가 프로세싱 유닛을 포함하여 그래픽 서브시스템을 위한 확장형 3D 렌더링 파이프라인을 가진 홀로그램 디스플레이

[0192] 파트 A의 구현은 공간 광변조기를 인코딩하는 종래의 방법을 이용하여 구현될 수 있다. 이와 달리 파트 A의 구현은 공간 광변조기를 더 효율적으로 인코딩하는 방법을 이용하여 구현될 수 있다. 공간 광변조기를 더 효율적으로 인코딩하는 이 방법의 예는 다음과 같다. 그러나 많은 다른 예도 당업자에게 자명할 것이다.

[0193] 이 방법은 그 예가 도 15에 도시되어 있는데, 홀로그래픽 변환과 인코딩을 위한 부가 프로세싱 유닛을 포함하여 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인을 확장한다. 이 방법은 본 출원인의 일 구현이다. "홀로그래픽 변환과 인코딩을 위한 부가 프로세싱 유닛"이라는 표현은 이하에서는 "홀로파이프라인(holo-pipeline)"이라 한다. 홀로파이프라인은 3D 그래픽 파이프라인의 하방에 바로 배치된다. 각 클러스터에 대한 3D 파이프라인 데이터는 디스플레이의 해당 클러스터로 보내진다. 여기서부터의 설명은 단일 클러스터 레벨에서의 구현에 중점을 둔다. Z맵 베퍼와 컬러맵 베퍼(컬러맵 R, 컬러맵 G, 컬러맵 B)는 2개의 파이프라인 간의 인터페이스를 형성한다. 이것은 도 15에 개략적으로 도시되어 있다. 화소 좌표 내의 각 개별 포인트에 대해서 Z맵은 스케일되어 여러 가지 정의 레벨에서 표현될 수 있는 z값을 포함한다. Z값은 통상적으로 0.0과 1.0 사이의 범위에서 스케일되지만, 다른 범위도 가능하다. 정의 레벨은 비트 수, 통상적으로 8, 16 또는 24 비트에 의해 결정된다.

[0194] 현대적 그래픽 서브시스템에서는 컬러맵은 24비트의 해상도, 즉 색성분(R(적색), G(녹색), B(청색))당 8 비트의 해상도를 갖고 있다. 컬러맵은 그 내용이 통상적으로 화면상에 디스플레이되는 프레임 베퍼의 일부를 구성한다. Z맵과 컬러맵을 포함하는 2개의 베퍼는 3D 렌더링 파이프라인과 홀로파이프라인 간의 인터페이스를 구성하도록 정해진다. Z맵은 하나의 디스플레이 파장에 대해서 제공되나, 이 파장은 R, G, B의 특정 파장이 아니다. Z맵의 카피(1501, 1052)는 다른 2개의 디스플레이 파장에 대해 제공된다.

[0195] 홀로그램은 주어진 디스플레이 광파장에 대해서만 계산될 수 있다. 이것은 이 계산이 각 오브젝트 포인트에 대해 3번, 즉 각 원색, 즉 적색(λR), 녹색(λG) 및 청색(λB)에 대해 한 번씩 수행되기 때문이다. 다른 색은 이를 3가지 색성분을 이용하여 생성될 수 있으며, 이러한 색혼합은 순차적으로 또는 동시에 실현될 수 있다. 처리 속도를 증가시키기 위해서는 적어도 2개의 추가적인 홀로파이프라인이 이용되며, 따라서 홀로그램 계산은 병렬로 수행된다. 그러면 3가지 모든 색성분에 대한 결과는 동시에 이용될 수 있을 것이다. 이를 위해서는 Z맵이 서로 독립적으로 액세스될 수 있는 추가적인 메모리부(1501, 1502)(도 15 참조)에 카피될 필요가 있다. 이에 따라 Z맵 데이터와 같은 메모리부와 관련된 동작이 서로 차단하는 것을 방지한다. 그러므로 이 메모리부는 이상적으로 물리적으로 분리되어야 한다. 또한 컬러(G, B)에 대한 컬러맵 RGB 내용은 3가지 색성분에의 독립적

인 액세스를 보장하기 위하여 독립적인 메모리부 컬러맵(G)와 컬러맵(B) 각각에 카피된다(도 15 참조). 또한 메모리부는 메모리 액세스 중의 충돌을 방지하고, 시스템 성능에 악영향을 미칠 수 있는 세마포어(semaphore)와의 액세스 동기화, 상호 배타 알고리즘 등에 대한 어려운 구현 문제를 완화하거나 피하기 위하여 물리적으로 분리될 수 있다. 그럼에도 불구하고 메모리부가 물리적으로 서로 분리될 수 있지만 이들은 여전히 바람직하게는 디스플레이의 동일 클러스터 내에 위치해 있어야 한다. 세마포어는 보호 변수(또는 추상 데이터 타입)로서 멀티프로그래밍 환경에서 공유 자원(예컨대 저장 장치)에의 액세스를 제한하는 종래의 방법을 구성하며, 상호 배타 알고리즘은 임계 영역이라 불리는 컴퓨터 코드에 의해 전역 변수와 같은 공통 자원의 동시적인 이용을 피하기 위하여 동시 프로그래밍에서 이용됨에 유의한다.

[0197] 이하에서는 홀로그램이 많은 서브홀로그램으로 구성되어 있다고 가정할 것이다. 그 중에서 n번째 서브홀로그램은 렌즈 함수: $e^{(-iC_t * (x_m^2 + y_m^2))}$ 로 기술되는 렌즈로 표현된다. 상수 C_t 는 렌즈의 초점 거리 f 를 포함하며, f 값은 렌즈 함수를 적용하기 전에 적용되며, 따라서 f 값은 3개 파이프라인 모두에 대해 이용될 수 있다. 그러므로 f 값은 이것이 색수차를 나타낼 필요가 없는 가상 렌즈이기 때문에 컬러 특정적이지 않다. 렌즈는 그 x축과 y축에 대해서 대칭이므로 렌즈 함수 관계를 이용하는 것은 가능하다. 렌즈를 완전하게 기술하기 위해서는 그 함수가 하나의 사분면에 적용되기만 하면 된다. 그러면 하나의 사분면에서 계산된 렌즈 함수값은 부호 대칭 규칙을 이용하여 나머지 3개의 사분면에 적용될 수 있다.

[0198] 또한 C_t 는 3가지 색(R, G, B) 중에서 자연적으로 다른 파장(λ)에 따라 다르다. λ 값은 계산될 필요가 없는데, 이는 각 파장에 대해 사용되는 레이저나 광원은 정해져 있어 그 값이 알려져 있기 때문이다. 그러나 λ 값은 각 디스플레이 원색에 대한 C_t 를 계산하기 위해서는 계산 내에서 이용될 수 있어야 한다(도 15 참조).

[0199] 처리 속도에 따라서는 렌즈 함수 이외에도 광전파 방향을 변경하기 위하여 프리즘 함수(도 15 참조)가 적용되어야 필요가 있을 수 있다. 프리즘 함수에서는 상수도 파장(λ)을 포함한다. 따라서 이러한 상수값은 3가지 원색이 서로 다른 파장을 갖고 있으므로 가변적이며, 따라서 그 상수값은 3개의 홀로파이프라인 각각에 대해 특정 값을 갖는다.

[0200] 그러면 렌즈 함수와 프리즘 함수 모두가 도 15에 도시된 바와 같이 도면부호 1503, 1504 및 1505에서 복소곱된다. 그런 다음에 1506, 1507 및 1508에서 랜덤 위상이 적용되고, 이것은 렌즈와 프리즘 기능의 복소곱의 결과에 가산된다. 이 방법은 관찰자면에서의 흐도 피크 또는 "얼룩(speckle)"을 피하는 것을 목적으로 한다. 그 다음에 1509, 1510 및 1511에서 각 컬러맵의 강도를 이용하여 각 홀로그램을 변조한다.

[0201] 다음 단계에서, 이 서브홀로그램은 복소 가산되어 클러스터에 대한 전체 홀로그램을 구성한다(도 15 참조). 그 결과는 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에서 추가 알고리즘, 예컨대 SLM의 시스템 특성에 의해서만 결정되는 보정맵이나 계조 영상(감마보정)의 애플리케이션을 (적용가능한 경우에) 이용하여 후속 처리에 이용하며, 따라서 이 단계에서는 그 결과가 바람직하게 보정된다. 이 다음에 인코딩 프로세스가 수행된다.

[0202] 홀로그램은 그 컬러가 재구성될 수 있다. 인코딩 알고리즘(도 5 참조)은 ○위상 인코딩, 진폭 인코딩 또는 기타 다른 방식으로 인코딩될 수 있는, 사용되는 SLM에 따라 크게 다르다.

[0203] 당업자라면 이 절에서 주어진 구현의 일부 양상은 본 출원서의 다른 곳에서 더 자세히 설명됨을 잘 알 것이다.

[0204] F. 동일 기판상의 계산을 수행하며, 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통한 3차원 공간에서의 포인트의 순차적 홀로그래픽 변환을 수행하는 홀로그램 디스플레이

[0205] 파트 A의 구현은 홀로그래픽 계산을 수행하는 종래의 방법을 이용하여 구현될 수 있다. 이와 달리 파트 A의 구현은 홀로그래픽 계산을 수행하기 위해 시간 지연을 감소시키는 방법을 이용하여 구현될 수 있다. 홀로그래픽 계산을 수행하기 위해 시간 지연을 감소시키는 방법의 예는 다음과 같다. 그러나 많은 다른 예도 당업자에게 자명할 것이다.

[0206] 이 구현의 목적은 화소 부근에서 계산을 수행하는 홀로그램 디스플레이에 대해서 다른 홀로그래픽 계산과 비교하여 시간 지연을 감소시키는 것이다. 그 결과, 예컨대 실시간 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 부가적인 하드웨어 모듈에 의해 현재 이용되고 있는 그래픽 카드(3D 파이프라인)의 구조가 확장될 것이다.

[0207] 일반적으로 홀로그래픽 변환 계산이 수행되기 전에 몇 가지 3D 변환 및 조도 계산을 실현함으로써 전체적인 3차원 장면이 구성된다. 장면의 오브젝트를 구성하는 원선(예컨대 점, 선, 삼각형)은 3D 처리 파이프라인의 끝에서 픽셀화될 것이다. 그러면 전체 결과는 2개의 메모리부에서 이용될 수 있다. 이를 메모리부는 관찰자가 보

는 장면의 색채값(컬러맵)을 포함하는 프레임 버퍼와, 관찰자 위치로부터 볼때에 스케일링된 표현으로 장면의 깊이맵을 포함하는 Z 버퍼이다. 종래 방법에서는 홀로그래픽 변환 및 인코딩 프로세스는, 2개의 메모리부 모두에의 액세스가 필요하기 때문에, 결과(2개의 메모리부)가 전체적으로 이용될 수 있을 때에만 개시할 수 있다. 따라서 하나의 비디오 프레임에 시간 지연이 생긴다. 그와 같은 시간 지연은 게임기 같은 대화식 응용 장치에서는 결정적일 수 있다. 지연 시간이 너무 길면 플레이어의 활동에 쓰이는 반응 시간이 너무 짧을 수가 있어 플레이어는 할 수 있었던 어떤 동작을 수행할 수가 없을 것이다. 60Hz 디스플레이 장치에서 약 17ms 정도나 되는 일 프레임의 지연 시간은 고속 게임에서는 결정적일 수 있다. 홀로그래픽 디스플레이는 이를 응용한 제품이 있다면 시장 승인을 구할 것이므로 비디오 게임 플레이어와 같은 타겟 그룹이 포함되어야 한다.

[0208] 3차원 홀로그래픽 이미징은 적군이나 지형 정보와 같은 정보를 3차원적으로 볼 수 있는 것이 2차원 데이터 디스플레이에 비해 전투 효과가 향상될 수 있으므로 군사용으로도 이점이 있다. 상기 시간 지연 때문에, 전투 중에 디스플레이를 군사적 용도로 사용하는 경우라면, 아군이 전사, 부상 또는 피해를 입거나 군장비가 파괴될 수가 있을 것이다. 그러므로 시간 지연을 감소시키면 군사적 용도에서 3차원 홀로그래픽 이미징의 효과를 개선할 수 있다.

[0209] 시간 지연을 감소시키는 데는 전체 컬러맵과 Z 버퍼맵이 얻어질때까지 기다릴 필요가 없다. 대신에 공간 내의 한 포인트가 3D 파이프라인에 의해 처리된 후에 얻어지자마다 즉시 홀로그래픽 계산이 실행될 것이다. 그 결과, 3D 파이프라인이 홀로그래픽 파이프라인에 의해 확장될 수 있음을 알 수 있다.

[0210] 홀로그래픽 변환 및 인코딩에 걸리는 계산 시간은 바람직하게는 3D 파이프라인이 3D 포인트를 계산하는데 필요한 시간을 초과해서는 않 되는데, 그 이유는 초과하면 추가적인 시간 지연이 발생할 것이기 때문이다. 이 개념은 서브홀로그램을 기초로하여 쉽게 가능하게 되는데, 그 이유는 그 경우에는 필요한 정보만 처리하면 되기 때문이다. 이것을 통찰하기 위해서는, 홀로그래픽 변환이 공간 내의 하나의 3D 포인트로부터 홀로그램 또는 SLM의 전체 크기로 적용되었다고 하면 그 결과는 1,000배 이상의 추가적인 연산 부하가 될 수 있음을 생각해보면 된다. 그렇게 되면 실시간 계산은 현재 쓰이고 있는 연산 하드웨어로는 아마도 불가능할 것이다. 서브홀로그램 개념은 도 8과 그 관련 설명에 나타나 있다. 도 18은 일 구현의 본 예에서 서브홀로그램의 바람직한 이용을 예시한다. 서브홀로그램은 SLM보다 작으므로 각 서브홀로그램은 전체 SLM에 걸쳐있는 하나의 홀로그램보다 더욱 빨리 계산될 수 있다. 더욱이 서브홀로그램은 순차적으로 계산될 수 있는데, 이렇게 하면 전체 SLM에 걸쳐 있는 홀로그램을 계산하는 경우(이는 영상 데이터의 전체 프레임이 수신된 다음에야 수행될 수 있음)에 비해 시간 지연이 크게 감소한다. 도 18A와 도 18B를 비교해보면 서브홀로그램을 이용하는 경우에 각 오브젝트 포인트를 연산하는데 드는 연산 부하가 훨씬 작다는 것을 알 수 있는데, 이는 서브홀로그램 내의 셀 수가 전체 SLM에 비해 작기 때문이다.

[0211] 일 구현의 몇 가지 예에서, 그 위치가 관찰자에 가장 가까운 포인트의 서브홀로그램(도 16)은 서브홀로그램 버퍼에 저장된다. 각 클러스터에 대한 3D 파이프라인 데이터는 디스플레이 내의 해당 클러스터로 보내진다(도 17). 여기서부터의 설명은 단일 클러스터 레벨에서의 구현에 중점을 둔다. VOW 크기, VOW 방향 및 SLM으로부터의 거리에 대한 데이터는 계산을 위한 입력으로 클러스터에 공급된다(도 17). 디스플레이의 각 클러스터는 이것이 디스플레이하는 하나 또는 그 이상의 서브홀로그램의 인코딩을 저장하는 고유의 탐색표를 갖고 있다, 만일 관찰자에 훨씬 더 가까운 새로운 포인트가 발생하면, 그 포인트(SH_n)에 대응하는 서브홀로그램이 계산될 것이다(도 17 참조). 즉, 서브홀로그램의 치수가 결정된 후에야 홀로그래픽 변환이 수행된다. 그렇게 되면, SLM 셀이 몇 개의 서브홀로그램으로부터의 정보를 포함할 수 있기 때문에 서브홀로그램으로 간단히 SLM의 클러스터의 내용을 덮어쓸 수가 없다. 이것이 바로 위치 xy에 있는 (그 때에 SLM의 클러스터상에 디스플레이되는) 서브홀로그램(SH_{n-1})의 엔트리를 찾기 위해 탐색표를 검색하는 이유이다. LUT로부터 SH의 내용을 읽어낸 후에는 현재 디스플레이된 SH(SH_{n-1})와 새로운 SH(SH_n) 간의 차이가 계산된다(도 17 참조).

[0212] 이전 포인트보다 관찰자에 훨씬 더 가까운 공간 내의 3D 포인트가 뒤에 위치 xy에서 계산될 경우에는 이 SH_n 은 이전의 SH_{n-1} 대신에 LUT에 기록된다. 그러면 차이 SH_p 가 프레임 버퍼에 저장된 SLM에서의 값에 가산될 것이다. 이 프로세스에 이어서 인코딩과 적절한 보정이 이어진다(도 17 참조).

[0213] 디스플레이 장치(SLM)가 그 구성 정보를 컴퓨팅 유닛에 제공한다는 것(도 17 참조)은 임의의 홀로그래픽 디스플레이 장치(SLM)의 접속이 가능할 것이라는 것을 의미한다. 그와 같은 장치들은 크기, 셀 수 또는 인코딩 형태 까지도 서로 다를 수 있다. 따라서 이 해법은 특정 타입의 SLM에 한정되는 것이 아니다.

- [0214] G. 동일 기판상에 계산을 수행하며, 홀로그래픽 디스플레이의 랜덤 어드레싱을 수행하는 홀로그램 디스플레이
- [0215] 파트 A의 구현은 홀로그래픽 계산을 수행하는 종래의 방법을 이용하여 구현될 수 있다. 이와 달리 파트 A의 구현은 홀로그래픽 계산을 수행하는 개선된 프로세스를 제공한 방법을 이용하여 구현될 수 있다. 홀로그래픽 계산을 수행하는 개선된 프로세스를 제공하는 방법의 예는 다음과 같다. 그러나 많은 다른 예도 당업자에게 자명할 것이다.
- [0216] 이 구현의 목적은 이 적용에서 서브홀로그램의 특성을 이용하여 내용 생성 모듈(예컨대 그래픽 카드)에서 시각화 모듈(즉, 홀로그래픽 디스플레이)로 전송될 데이터량을 감소시키는 것이다.
- [0217] 종래 기술에서는 내용 생성 모듈(예컨대 그래픽 카드)에서 시각화 모듈(예컨대 LCD나 음극선관(CRT) 모니터)로의 영상 데이터 전송은 영상의 전체 내용이 종래의 관 모니터에서처럼 라인 단위로 위에서 아래로 출력되는 것이다. HDTV(high definition television) 해상도가 3840x2400 화소까지 증가함에 따라(IBM(RTM) Berta Display → 지금은 IIIAMA 등, 예컨대 <http://www.pcmag.com/article2/0,1895,2038797,00.asp>에 기술되어 있음), 필요한 데이터량이 DVI(Digital Visual Interface)나 HDMI(High-Definition Multimedia Interface)와 같은 표준화된 인터페이스를 통해 충분히 빠르게 전송될 수 있기 때문에 이것은 어떠한 문제도 생기지 않는다.
- [0218] 그러나 이상적인 홀로그래픽 디스플레이 장치는 구식 장치에서는 직경이 약 5mm인데 반해 1cm 이상의 직경을 측정하는 가상 관찰자창(VOW)을 관찰자면에서 발생하기 위해서는 훨씬 더 많은 수의 화소를 필요로 한다. VOW가 클수록 유리한데, 그 이유는 이것이 클수록 홀로그래픽 디스플레이 장치의 상용 중에 그 신뢰성이 더 좋아지기 때문이다. 이것은 그와 같은 경우에는 디스플레이를 기준으로 관찰자 눈의 위치를 추적하는 추적 시스템이나 위치 파인더와 같은 추적되는 홀로그래픽 디스플레이 내의 여러 성분에 대한 수요가 훨씬 적을 것이기 때문이다. 또는 그 장치가 추적을 행하지 못하는 경우에는, VOW의 크기가 증가하면 관찰자의 머리의 약간의 움직임에 대한 허용오차가 개선된다.
- [0219] 이 구현의 목적은 홀로그래픽 계산의 전부 또는 적어도 일부가 화소 매트릭스에서 일어나는 홀로그래픽 디스플레이에서 내용 생성 모듈에서 시각화 모듈로 전송될 데이터량을 감소시키는 것이다.
- [0220] 전술한 종래 기술에 따른 데이터 전송 중에는 프레임들 간에 변하지 않는 정보를 포함하여 모든 정보가 전송된다. 홀로그램은 3차원 공간에서 포인트들을 재구성하므로 이전 프레임에 대해 어느 포인트들이 변했는지를 아는 것만으로도 충분하다. 하기의 프로세스에서는 이러한 포인트들에 대해서만 고려할 것이다(도 19 참조).
- [0221] 그 크기가 관찰자의 위치에 따라 다른 서브홀로그램(SH)에 의해 단일 오브젝트 포인트가 생성된다. SLM 셀은 하나의 서브홀로그램의 정보만을 포함하는게 아니라 몇 개의 서브홀로그램의 정보를 포함할 수 있으므로 위치 xyz에 있는 이전 포인트의 SH와 동일 위치 xyz에 있는 새로운 포인트의 SH 간의 차이가 계산되어야 한다. 그런 다음에 이러한 서브홀로그램 차이(SHD)는 일 구현의 본 예에서는 SLM에서 다시 인코딩될 수 있다.
- [0222] 디스플레이 내부나 외부에 있는 회로 세트는 컬러맵이나 강도맵과 Z 버퍼로 이루어진 3D 영상 데이터를 프레임 단위로 수신한다. 연속한 프레임들 간의 차이는 도 20에 개략적으로 도시된 바와 같이 연산된다. 그런 다음에, 개신된 디스플레이 데이터가 영상 차 데이터 형태로 디스플레이의 홀로그래픽 변환 유닛으로 보내진다. 도 20에 도시된 바와 같이 각 홀로그래픽 변환 유닛에는 SLM에서 인코딩되는 재구성 포인트 또는 포인트들에 관련된 3D 차이 포인트 영상 데이터가 보내진다. 주어진 클러스터에서 연속한 프레임의 디스플레이 데이터들 간에 차이가 없거나 무시할 수 있는 정도면, 홀로그래픽 변환 유닛에 데이터를 보낼 필요가 없고, 이는 디스플레이 시스템의 효과적인 SLM 개신 속도를 높일 수 있다. SHD를 생성하는 시스템 부분은 "내용 생성 모듈"이라 할 수 있으며 연산 기능부와 그래픽 카드로 구성될 수 있다. 그런 다음에 서브홀로그램은 각 클러스터에 보내진다. 클러스터가 수행하는 첫 번째 작업은 홀로그램 데이터와 SHD의 크기와 위치에 관한 데이터를 분리해내는 것으로 수신된 정보를 처리하는 것이다. 클러스터의 작업은 SH가 정확한 크기를 갖고서 적당한 SLM 위치에 정확하게 디스플레이되도록 SHD를 적당한 RAM 셀에 기록하는 것을 포함한다.
- [0223] 서브홀로그램(SH_D)(또는 새로운 프레임의 SH) 이외에도 화소 내의 서브홀로그램의 크기와 디스플레이 클러스터 내의 그 위치가 특정될 수 있다. (예컨대 도 20에 도시된) 홀로그래픽 디스플레이 클러스터 내에는 계산된 홀로그램 디스플레이 데이터를 서브홀로그램 데이터와 크기 및 위치 정보로 분리하는 분리기(splitter)가 있다. 두개의 후자값은 RAM 내의 서브홀로그램의 어드레스 범위를 계산하는 것을 목적으로 하며, 따라서 서브홀로그램 (SH 또는 SH_D)의 데이터는 클러스터 내의 올바른 SLM 셀에 기록된다.
- [0224] 일반적인 SLM은 셀이 정보를 잃지 않도록 계속해서 리프레시되어야 하는 능동형 매트릭스 디스플레이이다. 새

로운 내용이 SLM에 기록되어 있기만 하면 다른 영역에 있는 정보는 유실될 것이다(도 19 참조: 이 도에 있는 4개의 흑점은 더 이상 나타나지 않을 것이다). 이런 이유로 새로운 SH 또는 SH_D 만이 입력측에 기록되고, 출력측에는 전체 메모리가 라인 단위로 읽어지고 정보가 SLM에 기록되는 경우에는 특수한 RAM(random access memory)이 이용될 수 있다. 이 목적으로 읽기와 쓰기 동작을 동시에 수행할 수 있는 듀얼 포트 RAM이나 기타 다른 메모리 시스템이 이용될 수 있다.

[0225] 어느 포인트가 전송될 것인가 하는 것은, 즉 3D 장면의 변화에 따라서는, 내용 생성 유닛에서 결정될 것이다. 따라서 데이터가 홀로그래픽 디스플레이 장치에 전송되기 전에 데이터 스트림을 최소화하는 동작이 수행된다. 전술한 바와 같이 서브홀로그램에는 추가 정보가 보충되기 때문에 정보는 임의의 순서대로 전송될 수 있다. 이것은 종래 기술의 시각화 시스템에서 실시되는 라인 단위 데이터 전송과는 실질적으로 다른 것이다.

[0226] 클라이언트측에서는, 즉 내용이 생성되는 곳에서는 상기 구현에서 설명한 바와 같이 데이터 전송이 개시되기 전에 데이터를 전송할 것인지 여부를 판단한다. 차단 후나 디스플레이될 장면의 완전한 변화 후와 같은 경우처럼 내용이 완전히 변했다면 3D 오브젝트 포인트와 부합하는 매우 많은 서브홀로그램이 전송되어야 한다. 통상적으로는 SLM의 해상도가 높을수록 전체 홀로그램을 전송하는 것보다는 서브홀로그램을 전송하는 것이 더 유리하다고 말할 수 있다.

I. 화소 공간에서 연산 기능을 가진 디스플레이

[0228] 일 구현의 다른 예에서는 디스플레이를 이용하여 통상적인 디스플레이 데이터거나 강도맵과 깊이맵 데이터에 기초하여 연산된 홀로그램 디스플레이 데이터일 수 있는 영상 데이터를 디스플레이한다. 종래 기술의 디스플레이가 가진 본래적인 문제는 디스플레이 회로와 동일한 기판상에서 구현되지 못하는 회로를 필요로 한다는 것이다. 이러한 부가 회로는 디스플레이 기판과는 다른 별도의 기판상에 구현되어야 한다. 이렇게 되면 장치 부피와 무게가 더 커지는 것과 같이 원치않는 일이 생기게 된다. 고객은 항상 더 작고 더 가늘고 더 가벼운 디스플레이 장치를 원하고 있다. 장치 부피와 무게가 더 커지는 것과 같은 문제는 도 25의 방식과 같은 방식이 채택되면 완화될 수 있다. 연산 유닛에 의해 디스플레이를 위해 계산되었던 데이터를 디스플레이하는데 있어서의 지연은 연산 유닛을 디스플레이의 화소 가까이에 배치하면 줄어들 수 있다. 이러한 지연 감소는 고속 게임 장치와 같은 용도나 장치 동작 속도의 향상이 군사적으로 이점이 있는 군사적 용도의 장치에서는 유익할 수 있다.

[0229] 도 25의 디스플레이에서는 디스플레이의 디스플레이 화소들 사이에 위치하거나 디스플레이의 디스플레이 화소들 다음에 위치한 디스플레이 클러스터에서 연산 기능이 수행된다. 연산 기능이 수행되는 공간은 디스플레이 기판과 동일한 기판상에 있다. 도 25에서는 연산을 위한 TFT가 연산 기능을 수행한다. 다른 예도 당업자에게 자명할 것이다.

I. 어클루전(occlusion)

[0231] 컴퓨터 그래픽에서 "어클루전"이라는 용어는 시계에 더 가까운 오브젝트가 그 시계에서 더 멀리 떨어진 오브젝트를 가리는(즉 어클루드하는) 방식을 기술하는데 이용된다. 2D 디스플레이용 그래픽 파이프라인에서는 음영(shading)이나 래스터화(rasterizing)가 발생하기 전에 숨겨진 표면을 제거하는 어클루전 쿠링(occlusion culling) 형태를 구현한다. 여기서 홀로그램과 관련해서는 어클루전의 구현은 가상 관찰자창에 가까운 오브젝트 포인트가 동일한 시선을 따라 가상 관찰자창으로부터 더 멀리 떨어진 오브젝트 포인트를 가리는 것을 보장하는 것과 관련된다.

[0232] 홀로그래픽 디스플레이에 대한 원하는 어클루전 행동의 예는 도 29에 도시되어 있다. 도 29에서는 도시된 눈 위치로부터 입방체의 두꺼운 면을 보는 것은 이 면이 관찰자에게 가장 가까운 입방체면에 의해 가려져 있기 때문에 가능하지 않다. VOW가 눈 동공 크기의 몇 배가 된다면 관찰자는 입방체의 두꺼운 면을 볼 수 있도록 그 입방체를 다른 방향에서 볼 수 있었을 것이다. 그러나 단순한 어클루전 구현으로는 입방체의 두꺼운 면은 SLM에서 인코딩되지 않았을 것이고, 따라서 관찰자가 보는 방향을 변경하였다 하더라도 이것이 SLM에서 인코딩되지 않았기 때문에 그 관찰자는 그 입방체의 두꺼운 면을 볼 수 없을 것이다.

[0233] 도 30에서 관찰자는 입방체의 두꺼운 면을 볼 수 있도록 도 29에 도시된 것과 다른 방향에서 입방체를 본다. 그러나 단순한 어클루전 구현으로는 어클루전이 도 29의 경우에 대해 구현되지 않았다면, 입방체의 두꺼운 면은 SLM에서 인코딩되지 않았을 것이고, 따라서 입방체의 두꺼운 면이 SLM에서 인코딩되지 않았기 때문에 도 30에서의 관찰자는 그 입방체의 두꺼운 면을 보지 못한다. 즉 도 29에서는 입방체의 두꺼운 면에 대해서는 재구성된 오브젝트 포인트가 없고, 따라서 도 30에서도 입방체의 두꺼운 면에 대한 재구성된 오브젝트 포인트가 없다.

- [0234] 도 30에 보여진 문제에 대한 해결책은 VOW를 2 또는 그 이상의 세그먼트로 분할하는 것이다. 그런 다음에 VOW 세그먼트마다 오브젝트 포인트가 재구성된다. 각 VOW 세그먼트의 크기는 바람직하게는 인간의 눈동공 크기와 거의 같다.
- [0235] 도 31에서 관찰자는 눈 위치 1로부터는 오브젝트 포인트 1을 볼 것이지만 가려진 오브젝트 포인트 2는 볼 수 없을 것이다. 관찰자는 눈 위치 2로부터는 오브젝트 포인트 2를 볼 것이지만 그 위치와 보는 방향에서 볼 수 없는 오브젝트 포인트 1은 볼 수 없을 것이다. 그러므로 관찰자는 눈 위치 2로부터는 눈 위치 1에서 볼 때에는 오브젝트 포인트 1에 의해 가려진 오브젝트 포인트 2를 볼 수 있다. 오브젝트 포인트 1과 오브젝트 포인트 2는 각각 서브홀로그램 1과 서브홀로그램 2에서 인코딩된다.
- [0236] 그러나 도 32에서 일치해 있는 오브젝트 포인트 1과 오브젝트 포인트 2는 눈 위치 1과 눈 위치 2 모두에서 볼 수 있는데, 이는 이들 포인트가 각각 각각 서브홀로그램 1과 서브홀로그램 2에서 인코딩되기 때문이다.
- [0237] 또한 깊이맵과 강도맵이 구성되는 단계에서 어클루젼이 수행될 수 있다. 이 경우에는 바람직하게는 깊이맵과 강도맵 한 쌍이 각 눈에 대해서, 즉 각 가상 관찰자창에 대해 구성되어야 한다.
- [0238] 여기에 포함된 일 구현의 예에서는 화소 매트릭스 공간에 존재하는 회로에 의해 수행되는 계산을 이용하여 어클루젼이 구현된다. 그와 같은 회로는 TFT를 포함할 수 있다. 또한 화소 매트릭스와 동일한 기판상에 존재하기는 하나 화소 매트릭스 밖에 있는 회로에 의해 수행되는 계산을 이용하여 어클루젼이 구현될 수도 있다.
- [0239] J. 그래픽 카드 기능
- [0240] GPU(Graphics Processing Unit)(때로는 VPU(Visual Processing Unit)라고도 함)는 개인용 컴퓨터, 워크스테이션 또는 게임 콘솔용 전용 그래픽 렌더링 장치이다. 현대적 GPU는 컴퓨터 그래픽을 조작하고 디스플레이하는데 매우 효율적이며, 고도의 병렬 구조를 갖고 있기 때문에 복잡한 알고리즘에 대해서는 통상의 CPU보다 훨씬 효율적이다.
- [0241] 현대적 GPU는 트랜지스터 대부분을 3D 컴퓨터 그래픽에 관련된 계산을 수행하는데 사용한다. GPU는 처음에는 텍스처 맵핑 및 다각형 렌더링의 메모리 집중 작업을 촉진하는데 사용하였고, 그 이후로는 유닛을 더하여 꼭지점을 여러 가지 좌표계로 변환하는 것과 같은 기하학적 계산을 촉진하는데 사용되었다. GPU는 최근에는 CPU가 지원하는 여러 가지 동작을 가지고 꼭지점과 텍스처를 조작할 수 있는 프로그래머블 세이더, 얼라이싱(aliasing)을 저감시키는 오버샘플링 및 보간 기술, 그리고 초고정밀 색공간을 지원하는 데로까지 발전하였다.
- [0242] 오늘날의 GPU는 3D 하드웨어 이외에도 기본 2D 가속 및 프레임 버퍼 기능(보통은 VGA(Video Graphics Array) 호환 모드를 갖고 있음)을 갖추고 있다. 그 외에도 1995년 이후에 만들어진 GPU 대부분은 YUV 색공간과 하드웨어 오버레이(이는 디지털 비디오 재생에 중요함)를 지원하며, 2000년 이후에 만들어진 GPU들 중 많은 것은 모션 보상과 역이산 코사인 변환(iDCT)과 같은 MPEG(Moving Picture Experts Group) 원형(primitives)을 지원한다. 최근의 그래픽 카드도 카드상에서 고해상 비디오를 디코딩하여 중앙 처리 장치의 부하를 일부 덜어준다. YUV 색공간 모델은 색공간을 하나의 휘도 성분과 2개의 색차 성분으로 정의한다. YUV 색공간 모델은 PAL, NTSC 및 SECAM 합성 컬러 비디오 표준에 이용된다.
- [0243] 여기서 홀로그램과 관련하여, 그래픽 카드 기능의 구현은 화소 매트릭스 공간에서 홀로그래픽 계산의 전부 또는 적어도 일부를 수행할 수 있는 디스플레이를 위해 홀로그램이 계산될 때에 전술한 기능들이 구현되는 것을 보장하는 것과 관련된다. 예컨대 이러한 구현은 텍스처 맵핑 및 다각형 렌더링의 메모리 집중 작업을 촉진하고, 꼭지점을 여러 가지 좌표계로 변환하는 것과 매트릭스 및 벡터 연산을 포함하는 연산을 수행하는 것과 같은 기하학적 계산을 촉진하기 위하여 CPU가 지원하는 여러 가지 동작을 가지고 꼭지점과 텍스처를 조작할 수 있는 프로그래머블 세이더를 구현하는 것, 얼라이싱을 저감시키는 오버샘플링 및 보간 기술, 그리고 초고정밀 색공간의 이용을 포함한다. 홀로그램을 계산하는 데는 GPU의 고도의 병렬 구조가 복잡한 알고리즘에 대해서는 통상의 CPU보다 훨씬 효율적이다. 또한 홀로그래픽 디스플레이에는 화소 매트릭스 공간에서 홀로그래픽 계산이 수행되지 않는 것일 수 있다.
- [0244] 여기서 홀로그램과 관련하여, 그래픽 카드 기능의 구현은 화소 매트릭스 공간에서 또는 화소 매트릭스 밖이지만 화소 매트릭스와 동일한 기판상에서 TFT에 의해 구현되는 3D-렌더링 파이프라인을 이용하는 것과 관련된다. 즉, 세이더 기능 구현과 같은 3D-렌더링 파이프라인의 기능은 종래 기술에서 이용된 그래픽 카드에서 LC-패널 내에 위치한 TFT로 옮겨간다.
- [0245] 또한, 홀로그래픽 디스플레이에는 화소 매트릭스 공간에서 홀로그래픽 계산이 수행되지 않는 것일 수 있다. 또한

홀로그래픽 디스플레이는 화소 매트릭스 공간에서 홀로그래픽 계산이 수행되지 않는 것일 수 있지만, 화소 매트릭스와 동일한 기판상에 존재하는 회로를 이용하여 수행될 수 있는 것일 수 있다.

[0246]

K. 2D-3D 변환

[0247]

2D-3D 변환의 일례에서, 한 쌍의 입체 영상을 구성하는 제1 영상과 제2 영상은 화소 공간 또는 화소 기판상의 그 밖의 장소에서 홀로그래픽 계산의 전부 또는 적어도 일부를 수행하는 디스플레이 장치에 전송된다. 2D-3D 변환 계산은, 당업자라면 잘 알고 있는 바와 같이, 화소 매트릭스 공간 또는 화소 기판상의 그 밖의 장소에 있는 회로에서 수행될 수 있으며, 또는 디스플레이에 보내질 깊이맵과 컬러 강도맵을 발생하는 회로에서 수행될 수 있으며, 또는 그 밖의 장소에 있는 회로에서 수행될 수 있다. 통상적으로 차 영상은 완전한 영상보다 데이터가 적을 것이므로, 전송된 제2 영상은 2개의 입체 영상 간의 차 영상일 수 있다. 3차원 비디오 디스플레이가 진행 중이라면 제1 영상 그 자신이 현재 영상과 그 이전에 하나의 타임스텝으로부터 나온 영상 간의 차이로서 표현될 수 있다. 마찬가지로, 제2 영상도 현재 영상과 그 이전에 하나의 타임스텝으로부터 나온 영상 간의 차이로서 표현될 수 있다. 그러면 디스플레이 장치는 2차원(2D)과 3차원(3D) 영상 간에 변환하는 공지의 계산 절차를 이용하여 수신 데이터로부터 대응 깊이맵을 가진 2D 영상을 계산할 수 있다. 컬러 영상의 경우에는 3가지 원색으로 된 3성분 2D 영상이 그 대응 깊이맵과 함께 필요하다. 그러면 2D 영상과 깊이맵에 대응하는 데이터가 디스플레이 장치에 의해 처리되어 홀로그래픽 영상을 디스플레이할 수 있다. 디스플레이 장치는 홀로그램을 그 SLM에서 인코딩한다. 전송 대역폭을 효율적으로 이용하기 위해서는 이 시스템 내에서 전송된 데이터에 대해 공지의 압축 처리를 실시하고 디스플레이 장치측에서는 대응하는 압축해제 처리를 실시할 수 있다.

[0248]

2D-3D 변환을 수행하는 회로는 그 계산된 3D 데이터를 매칭시키려고 할 수 있는 기지의 3D 형태 세트를 포함하는 라이브러리(library)에 액세스할 수 있으며, 또는 입력되는 2D 영상 데이터를 매칭시키려고 할 수 있는 기지의 2D 프로파일 세트를 포함하는 라이브러리에 액세스할 수 있다. 기지의 형태에 대한 양호한 매치를 찾을 수 있다면 계산 프로세스 속도가 증가될 수 있고, 그렇게 되면 2D 또는 3D 영상이 기지의 형태에 대해 표현될 수 있다. 일류 테니스 선수나 축구 선수와 같은 스포츠 스타 세트의 얼굴이나 신체 형상과 유명 테니스 코트나 유명 축구장과 같은 일류 스포츠 장소의 전부 또는 일부의 형태와 같은 3D 형태의 라이브러리가 제공될 수 있다. 예컨대 사람 얼굴의 3D 영상은 디스플레이 장치가 이 영상에 액세스하여, 예컨대 웃거나 얼굴을 찡그리는 얼굴 표현으로 바꾸거나, 예컨대 저장된 데이터를 얻은 이후로 머리카락이 자랐거나 이발을 했을 때에는 머리카락 길이를 바꾸거나 한 영상으로 표현될 수 있다. 디스플레이 장치가 액세스하는 데이터는, 이 데이터가 최신의 것으로 되었다는 것이, 예컨대 사람의 머리카락 길이가 오랜 기간에 걸쳐 크게 변했다는 것이 명백할 정도로 차이가 지속적으로 나타나면, 그 디스플레이 장치에 의해 개선될 수 있다. 만일 계산 회로가 이것이 액세스하는 레코드에서 양호한 매치를 찾을 수 없는 2D 또는 3D 영상을 만난다면 그 레코드 세트에 새로운 형태를 부가할 수 있다.

[0249]

2D-3D 변환은 그와 같은 변환을 수행하는 종래의 절차를 이용하여 단일의 비오토스테레오스코픽 2D 영상에 기초하여 수행될 수도 있다. 그런 다음에 3D 영상 데이터(깊이맵과 컬러맵)는 홀로그래픽 영상 계산 및 디스플레이를 위해 디스플레이로 전송될 수 있다.

[0250]

상기 2D-3D 변환은 홀로그래픽 계산의 전부 또는 적어도 일부가 화소 매트릭스 공간 내의 회로 또는 화소 기판상의 그 밖의 장소에서 이루어지는 홀로그래픽 디스플레이상에 디스플레이하는데 이용되는 데이터에 이용될 수 있다.

[0251]

L. 컨퍼런싱(Conferencing)(3D Skype™)

[0252]

EU 공동체 상표 출원 E3660065로부터, Skype™는 전역 네트워크를 통한 VOIP(voice over Internet) 피어 투 피어 통신, 파일 공유 및 인스턴트 메시징 서비스와; 컴퓨터 네트워크를 통한 통신 서비스, 파일 공유 및 인스턴트 메시징 서비스를 제공하는 것으로 잘 알려져 있다.

[0253]

EU 공동체 상표 출원 E4521084로부터, Skype™는 컴퓨터 서비스 및 소프트웨어 개발, 즉 원격 통신과 VOIP(voice over internet protocol) 애플리케이션에 이용되는 컴퓨터 소프트웨어와 하드웨어의 설계, 데이터 전송 및 인스턴트 메시징 서비스; 웹사이트 작성 및 유지; 전역 컴퓨터 네트워크를 위한 컴퓨터 서버상에서의 웹사이트 호스팅; 컴퓨터 소프트웨어의 설치 및 유지보수; 가입자가 VOIP 통신 서비스를 이용할 수 있도록 하는 온라인 비다운로드 컴퓨터 소프트웨어의 일시적 이용; 그리고 가입자가 VOIP 통신 서비스를 이용할 수 있도록 하는 온라인 다운로드 소프트웨어를 제공하는 것으로 잘 알려져 있다.

[0254]

UK 상표 2358090으로부터, Skype™는 인터넷 액세스 포털 및 캐싱 서비스; 원격 통신 및 원격 통신 서비스;

IP(Internet Protocol) 서비스; VOIP(Voice over Internet Protocol) 서비스; e메일 및 인터넷 통신 서비스; 제3자를 통한 원격 통신 서비스; IP(Internet Protocol)-전화번호 맵핑 및 전화번호-"IP" 맵핑 시스템 및 데이터베이스; 도메인 및 도메인 데이터베이스 시스템; 그리고 인터넷 서비스 프로바이더가 제공하는 컴퓨터 데이터베이스로의 액세스 타임의 임차(leasing)를 제공하는 것으로 잘 알려져 있다.

[0255] 상기 중 어느 것도 화소 매트릭스 공간 내의 회로를 이용하여 홀로그래픽 계산의 전부 또는 적어도 일부를 수행할 수 있는 홀로그래픽 디스플레이와 함께 제공될 수 있는데, 다만 Skype™가 VOIP를 제공하는 경우는 예외이고, 여기서는 VHIOIP(voice and holographic image over internet protocol)가 제공된다. 일 경우에 전술한 절차는 LC-패널 내의 TFT에 의해 수행된다. 또한, 상기 중 어느 것도 화소 매트릭스 공간 내에서 홀로그래픽 계산을 수행하지 않는 홀로그래픽 디스플레이와 함께 제공될 수 있는데, 다만 Skype™가 VOIP를 제공하는 경우는 예외이고, 여기서는 VHIOIP(voice and holographic image over internet protocol)가 제공된다. 또한, 상기 중 어느 것도 화소 매트릭스 공간 내에서 홀로그래픽 계산을 수행하지 않지만 화소 매트릭스와 동일한 기판상의 회로를 이용하여 홀로그래픽 연산을 수행하는 홀로그래픽 디스플레이와 함께 제공될 수 있는데, 다만 Skype™가 VOIP를 제공하는 경우는 예외이고, 여기서는 VHIOIP(voice and holographic image over internet protocol)가 제공된다. 또한, 상기 중 어느 것도 임의의 홀로그래픽 디스플레이와 함께 제공될 수 있는데, 다만 Skype™가 VOIP를 제공하는 경우는 예외이고, 여기서는 VHIOIP(voice and holographic image over internet protocol)가 제공된다.

[0256] 또한, 상기 중 어느 것도 화소 매트릭스 공간 내에서 홀로그래픽 계산을 수행하지 않는 홀로그래픽 디스플레이와 함께 제공될 수 있는데, 다만 Skype™가 VOIP를 제공하는 경우는 예외이고, 여기서는 VHIOIP(voice and holographic image over internet protocol)가 제공된다.

[0257] 상기에서 VHIOIP는 VVHIOIP(voice and video holographic image over internet protocol) 형태로 제공될 수 있다. VHIOIP 또는 VVHIOIP는 실시간으로 또는 준실시간으로 제공될 수 있으며, 이를 인터넷 프로토콜은 홀로그래픽 디스플레이를 사용하는 2 사람 간에 실시간 또는 준실시간 비디오 홀로그래픽 통신을 가능하게 할 수 있다.

M. 인코딩 보상

[0259] 종래의 사진술에서는 노출 보상은 계산된 또는 계획된 노출 레벨을 준최적(sub-optimal) 영상을 렌더링할 수 있는 다른 팩터에 대해 보상하는 기술이다. 이러한 팩터들로는 카메라 시스템 내의 변동, 필터, 비표준 프로세싱, 또는 의도한 부족노출이나 과노출을 들 수 있다. 카메라랜드 다른 팩터들 중에서도 셔터 각도나 필름 속도의 변화에 대한 노출 보상을 적용할 수 있다. 사진술에서는 어떤 카메라는 이것을 사용자가 자동 계산된 노출을 조정할 수 있도록 하는 특성으로 포함한다. 보상은 각 방향에서 통상적으로 1/3 내지 1/2 f-스톱 증분에서 통상적으로 최대 2 또는 3 스톱에까지 단계적으로 포지티브 방식(부가 노출)과 네거티브 방식(축소 노출)으로 적용될 수 있다.

[0260] 광학분야에서 광학 시스템의 f수는 입사동공의 지름을 렌즈의 유효 초점 거리로 표현한다. 카메라에서 f수는 통상적으로 f 스톱으로 알려진 이산적인 단계로 조정된다. 각 "스톱"에는 해당 f수가 표시되어 있으며 이전 스톱으로부터 광강도를 반분하는 것을 나타낸다. 이것은 동공과 구경을 2의 제곱배 만큼 감소시키는 것, 따라서 동공 면적을 반감시키는 것에 해당한다.

[0261] 노출 보상은 사용자가 카메라의 자동 노출 계산의 결과, 원하지 않는 노출이 되었다는 것을 안 경우에 이용된다. 현저하게 밝은 색조를 가진 장면은 대개는 부족노출될 것이고, 어두운 색조의 장면은 과노출될 것이다. 숙련된 사진사라면 보상을 언제 얼마나 해야 완벽한 노출 사진을 얻을 수 있는지에 대해 감을 잡을 것이다.

[0262] 상기 중 어느 것도 화소 매트릭스와 동일한 기판상에서 홀로그래픽 계산의 전부 또는 적어도 일부를 수행하는 홀로그래픽 디스플레이와 함께 제공될 수 있다. 상기 중 어느 것도 화소 매트릭스와 동일한 기판상에서 모든 홀로그래픽 계산을, 또는 화소 매트릭스 공간 내에서 적어도 일부 홀로그래픽 계산을 수행하는 홀로그래픽 디스플레이와 함께 제공될 수 있다. 또한, 상기 중 어느 것도 임의의 홀로그래픽 디스플레이와 함께 제공될 수 있다. 보상은 인코딩 단계 시에 또는 그 전에 홀로그래픽 영상 데이터에 적용되어, 더욱 용이하게 보일, 즉 통상의 관찰자가 부족노출되거나 과노출되지 않고 알맞게 노출되었고 생각할 영상을 제공할 수 있다.

N. 눈 추적

[0264] 홀로그래픽 장치는 한 명 또는 그 이상의 관찰자에 대한 눈 추적으로 이용할 수 있다. 이것은 측방 길이가 수

밀리미터 정도밖에 되는 것과 같이 각 눈에 대한 관찰창의 크기가 작을 때에 특히 유리하다. 바람직하게는 위치 파인더를 이용하여 사용자의 눈을 하기의 몇 가지 단계로 추적한다.

[0265] 1) 사용자의 얼굴을 검출하여 검색 범위를 한정한다.

[0266] 2) 사용자의 눈을 검출하여 추적 범위를 한정한다.

[0267] 3) 눈을 추적한다.

[0268] 눈 위치 식별 기능을 수행하는 계산 모듈에는 스테레오 카메라가 제공하는 스테레오 영상 쌍이 구비되어 있다. 이 모듈의 알고리즘을 이용한 다음에는 모듈은 SLM의 중심과 같은 어떤 고정점에 대한 각 눈의 x, y 및 z 좌표를 복구시킨다. 그와 같은 좌표는 예컨대 시리얼 인터페이스에 의해 전송될 수 있다. 이 절차를 수행하는데 필요한 연산은 화소 매트릭스 내에 위치한 회로를 포함하여 디스플레이 화소와 동일한 기판상에 위치한 TFT와 같은 회로에 의해 수행될 수 있다.

[0269] 관찰자의 눈을 추적하기 위하여, SLM 패널상의 홀로그래픽 인코딩은 x 및/또는 y 방향으로, 즉 패널면으로 치환될 수 있다. 이용된 홀로그래픽 인코딩 방법의 종류(예컨대 1D 인코딩)에 따라서는 일 측방향에서의 눈의 추적은 SLM상의 전체 홀로그래픽 인코딩 내용을 x 또는 y 방향으로 치환함으로써 실시될 수 있다. SLM의 홀로그래픽 인코딩 전에 계산 모듈은 x 또는 y 방향에 관한 홀로그램 데이터의 오프셋을 계산한다. 관찰자 눈의 x, y 및 z 좌표는 입력으로서 제공된다.

[0270] 관찰자의 눈을 추적하기 위하여, SLM 패널상의 홀로그래픽 인코딩은 x 및/또는 y 방향으로, 즉 패널면으로 치환될 수 있다. 또한 추적은 SLM을 코히런트하게 조명하는 광원이 관찰자의 위치 변화와 동기하여 이동하도록 실시될 수 있다. 광을 방출하는 광원이 이동하거나, 매우 좁은 개구를 가진 점광원 또는 선광원이 비코히런트한 광에 의해 조명되므로 코히런트 광이 발생된다. 그와 같은 개구를 통과하는 광은 코히런트하다고 본다. 광원들 LC 디스플레이의 화소에 의해 생성된다면 이 광원들은 어드레스 지정이 가능하며 관찰자의 위치에 실시간으로 적응될 수 있다.

[0271] 0. 수차 보정

[0272] 어떤 종류의 홀로그래픽 디스플레이에서 수차 보정은 푸리에 변환을 수행하는 렌티큘러 배열, 즉 2D 렌즈 배열의 렌즈들에 의해 유발된 수차의 보정이다. 수차 효과는 관찰자 쪽으로의 광전파 방향과 광축 간의 각도에 따라 다르며, 공간 광변조기의 인코딩을 통해 동적으로 보정될 수 있다. 보정 알고리즘은 홀로그래픽 계산과 동시에 또는 이와 독립적으로 전체 홀로그램이 생성되는 단계까지 수행될 수 있다. 그 단계 후에 전체 홀로그램과 수차 보정맵이 함께 변조될 수 있다.

[0273] 수차 보정 알고리즘은 해석적으로 또는 탐색표(LUT)를 마찬가지로 이용하여 구현될 수 있다. 바람직하게는 홀로그램 계산값은 전체 홀로그램이 얻어진 후에야 복소곱에 의해 변조된다. 수차 보정의 구현에는 도 33에 나타나 있다. 도 33에서 수차 보정은 화소 매트릭스 공간 내의 회로를 이용하여 구현된다. 그러나 다른 경우에 수차 보정은 화소 매트릭스 공간 밖에 있지만 화소 매트릭스와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 구현될 수 있다.

[0274] P. 얼룩 보정

[0275] 어떤 종류의 홀로그래픽 디스플레이에서 얼룩 보정은 디스플레이상의 여러 영역들 간의 광코히런스 정도가 너무 커서 생기는 얼룩을 감소 또는 제거하는 것이다. 얼룩 효과는 공간 광변조기의 인코딩을 통해 동적으로 보정될 수 있다. 보정 알고리즘은 홀로그래픽 계산과 동시에 또는 이와 독립적으로 전체 홀로그램이 생성되는 단계까지 수행될 수 있다. 그 단계 후에 전체 홀로그램과 얼룩 보정맵이 함께 변조될 수 있다.

[0276] 얼룩 보정 알고리즘은 해석적으로 또는 탐색표(LUT)를 마찬가지로 이용하여 구현될 수 있다. 바람직하게는 홀로그램 계산값은 전체 홀로그램이 얻어진 후에야 복소곱에 의해 변조된다. 얼룩 보정의 구현에는 도 33에 나타나 있다. 도 33에서 얼룩 보정은 화소 매트릭스 공간 내의 회로를 이용하여 구현된다. 그러나 다른 경우에 얼룩 보정은 화소 매트릭스 공간 밖에 있지만 화소 매트릭스와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 구현될 수 있다.

[0277] Q. 홀로그래픽 디스플레이에 대한 DRM(Digital Rights Management)에서의 암호해독

[0278] 홀로그래픽 디스플레이에 공급된 콘텐츠 데이터는 DRM에 의해 보호된다. 즉 디스플레이에는 암호화된 콘텐츠 데이터를 수신한다. HDCP(High-bandwidth Content Protection)는 2D 디스플레이에 대한 DRM을 구현하는 일반적

인 표준이다. HDCP암호해독을 가진 HDMI(High-Definition Multimedia Interface) 수신기는 통상적으로 2D 디스플레이 전자 장치의 인쇄 회로 기판(PCB)상에 위치한다. 종래 시스템의 근본적인 약점들 중 하나는 영상 데이터를 통상적으로 암호해독 후에 디스플레이 전자 장치로부터 패널로 전송한다는 것이다. 따라서 패널을 데이터 전송 회로에 전기적으로 접속함으로써 그 암호해독된 데이터를 포착하는 것이 가능하다.

[0279] 일 구현의 예에서, 암호해독 및 홀로그램 계산은 화소 매트릭스 내의 회로를 이용하여 실행된다. 일 구현의 다른 예에서, 암호해독 및 홀로그램 계산은 화소 매트릭스 내에 분산된 회로를 이용하여 분산적으로 실행된다. 그러므로 패널상에는 암호해독된 모든 데이터가 포착될 수 있는 단일 장소가 없다. 패널 영역마다 서로 다른 암호해독키를 사용한다면 그 암호해독키를 추출하는 것은 매우 어렵게 된다. 패널상에는 암호해독된 데이터를 패널로부터 추출할 커넥터가 없기 때문에 DRM을 회피하려는 사람은 회로도를 알아야 하며, 암호해독된 데이터에 접근하려면 작동하는 디스플레이에 널리 분리되어 있는 몇 개의 TFT 트랜지스터가 연결되어야 한다. 따라서 DRM 보호가 개선된다.

[0280] 일 구현의 다른 예에서, 암호해독 및 홀로그램 계산은 회로가 화소 매트릭스 밖에 있는 경우를 포함하여 화소 매트릭스의 기판상에 있는 회로를 이용하여 실행된다. 일 구현의 또 다른 예에서, 회로가 화소 매트릭스 밖에 있는 경우를 포함하여 화소 매트릭스의 기판상에 분산된 회로를 이용하여 분산적으로 실행된다.

R. 2D 디스플레이에 대한 DRM(Digital Rights Management)에서의 암호해독

[0282] 2D 디스플레이에 공급된 콘텐츠 데이터는 DRM에 의해 보호된다. 즉 디스플레이는 암호화된 콘텐츠 데이터를 수신한다. HDCP(High-bandwidth Content Protection)는 2D 디스플레이에 대한 DRM을 구현하는 일반적인 표준이다. HDCP암호해독을 가진 HDMI(High-Definition Multimedia Interface) 수신기는 통상적으로 2D 디스플레이 전자 장치의 인쇄 회로 기판(PCB)상에 위치한다. 종래 시스템의 근본적인 약점들 중 하나는 영상 데이터를 통상적으로 암호해독 후에 디스플레이 전자 장치로부터 패널로 전송한다는 것이다. 따라서 패널을 데이터 전송 회로에 전기적으로 접속함으로써 그 암호해독된 데이터를 포착하는 것이 가능하다.

[0283] 일 구현의 예에서, 암호해독은 SLM 패널에 분산된 회로를 이용하여 분산적으로 실행된다. 그러므로 패널상에는 암호해독된 모든 데이터가 포착될 수 있는 단일 장소가 없다. 패널 영역마다 서로 다른 암호해독키를 사용한다면 그 암호해독키를 추출하는 것은 매우 어렵게 된다. 패널상에는 암호해독된 데이터를 패널로부터 추출할 커넥터가 없기 때문에 DRM을 회피하려는 사람은 회로도를 알아야 하며, 암호해독된 데이터에 접근하려면 작동하는 디스플레이에 널리 분리되어 있는 몇 개의 TFT 트랜지스터가 연결되어야 한다. 따라서 DRM 보호가 개선된다.

[0284] 일 구현의 다른 예에서, 2D 디스플레이 장치에서는 디스플레이 기판의 단일 영역에서 화소 매트릭스 내에 또는 외에 있을 수 있는 회로를 이용하여 암호해독 계산이 실행된다. 그와 같은 회로는 디스플레이의 PCB상에 있는 회로보다 접근하기 더 어렵다. 따라서 DRM 보호가 개선된다.

S. 디스플레이 내로 하드웨어드된(hard-wired) 하드웨어에서 구현된 소프트웨어 애플리케이션

[0286] 원칙적으로는 많은 컴퓨터 소프트웨어가 컴퓨터 하드웨어를 이용하여 독립적으로 구현될 수도 있다. 대신에 일 구현의 예에서, 소프트웨어를 이용하여 구현될 수 있는 애플리케이션은 SLM 패널의 기판에 분산된 회로를 이용하여 하드웨어적으로 구현된다. 이 회로는 화소 매트릭스 내에 있거나, 화소 매트릭스와 동일한 기판상에 있으나 화소 매트릭스 밖에 있을 수 있다. SLM 패널은 홀로그래픽 디스플레이 또는 2D 디스플레이를 위한 것일 수 있다.

T. 마이크로프리즘을 이용한 가변 빔 편향

[0288] 홀로그래픽 디스플레이에 있어서, 관찰자의 눈 위치가 추적될 수 있는데, 광빔을 제어가능하게 편향시킬 수 있는 마이크로프리즘 어레이를 이용하여 관찰자의 눈 위치로의 가변 빔 편향이 수행된다. 제어가능한 편향은 연속적으로 가변적일 수 있다. 추적은 위치 검출 및 추적 시스템에 의해 수행된다. 프리즘의 특성은 프리즘이 광을 1차원 또는 2차원적으로 편향시키도록 제어될 수 있다. 2차원적 편향은 예컨대 한 어레이에 있는 프리즘의 세로축이 다른 어레이에 있는 프리즘의 세로축에 대해 약 90° 와 같은 큰 각도로 배치된 2개의 직렬연결된 마이크로프리즘을 이용하여 얻을 수 있다. 그와 같은 기하학적 형태는 다른 적용에 있어서 US4,542,339(본 명세서에 인용으로 포함됨)에 기재되어 있다. 도 34는 광이 프리즘의 특성에 따라서 더 작거나 더 큰 각도로 편향되는 것을 보여준다. 프리즘은 편향각이 인가된 전하에 따라서 변화될 수 있는 마이크로 리퀴드 프리즘(Micro Liquid Prisms)[이는 예컨대 「Agile wide-angle beam steering with electrowetting micropumps」 Heikenfeld et al, Optics Express 14, pp.6557-6563(2006)」(본 명세서에 인용으로 포함됨)에 기재되어 있

음]이거나, 광빔을 제어가능하게 편향시킬 수 있는 기타 다른 공자의 프리즘 어레이일 수 있다.

[0289] 도 34에서 볼 수 있는 바와 같이 SLM과 프리즘 마스크를 통과하는 평행 광선은 프리즘의 특성에 따라 편향된다. 이 절차의 이점은 광이 프리즘을 통과하기 전에 렌즈 수차와 같은 광학적 효과가 감소될 수 있다는 것이다. 이 방법은 VOW를 관찰자 눈 측에 배치하는데 적합하다. 다른 예에서 프리즘 앞이나 뒤에 배치된 푸리에 렌즈와 같은 포커싱 수단은 광선을 VOW로 수렴시키는데 도움이 될 것이다.

[0290] 관찰자 위치가 변하면 그에 따라서, 마이크로 리퀴드 프리즘 프리즘 어레이에 인가된 전압을 조정함으로써 프리즘의 편향각이 조정될 수 있다. 편향각은 연속적으로 가변적일 수 있다. 프리즘은 동일한 편향각을 가질 필요는 전혀 없다. 또한 추가적으로, 예컨대 Z 트랙킹(Tracking)을 위해, 즉 관찰자가 디스플레이 쪽으로 더 가까이 이동하거나 더 멀어지도록 이동함에 따라 VOW와 디스플레이 간의 거리가 변할 수 있으므로 프리즘을 빠져나오는 광선이 VOW에 어느 정도 수렴할 수 있도록 각 프리즘이 서로 다른 각을 가질 수 있도록 각 프리즘을 개별적으로 제어하는 것도 가능하다.

[0291] 프리즘 각도 계산은 사용자 위치를 고려하여 수행될 수 있다. 프리즘 각도 계산은 오브젝트 포인트를 재구성하는 것과 같은 SLM 기판상의 연산 회로에서 또는 프리즘 어레이의 기판상에 배치된 연산 회로를 이용하여 수행될 수 있다. SLM 기판이 프리즘 어레이의 기판으로도 이용될 수 있는 경우에는 별도의 프리즘 어레이 기판은 필요치 않다.

[0292] 위치 파인더와 SLM 간의 통신 인터페이스가 필요한데, 예컨대 이성은 시리얼 인터페이스일 수 있다.

[0293] 프리즘 어레이 편향각을 계산하는 연산 회로가 프리즘 기판상에 있는 것이 아니라 SLM 기판상에 있다면 양 기판 간에는 데이터 연결부가 필요하게 되며, 이에 따라서 프리즘 어레이의 전극은 계산 결과를 이용하여 제어될 수 있다.

[0294] 프리즘 제어를 위한 계산 이외에도, 프리즘 어레이에 의해 유발된 위상 "도약(jumps)"(또는 위상 불연속)을 보상하는 위상 보정을 실시해야 한다. 그러지 않으면 프리즘 어레이는 블레이즈 격자(blazed grating)처럼 동작할 것이다. 즉 서로 다른 프리즘을 통과하는 파면 부분들은 VOW에 이르기까지 서로 다른 광로 길이를 갖고 있어 프리즘 어레이가 격자처럼 동작할 것이고, 프리즘각의 변화는 서로 다른 회절 차수로 분산된 에너지량에 영향을 미친다. 이러한 위상 보정은 홀로그램 인코딩 기능 이외에도 SLM에 의해 수행될 수 있다. 양 성분, 즉 프리즘 어레이와 SLM을 통과하는 광은 각 성분의 함수에 의해 복소곱된다. 보정된 위상맵은 마이크로프리즘 어레이에 필요한 위상 보정을 포함하며, 홀로그램은 이 위상 보정항을 포함하여 오브젝트 포인트를 재구성하는 SLM 셀 상태를 나타내는 값으로 인코딩된다.

[0295] 상기 설명은 홀로그래픽 영상이 투사형 장치에서 발생되는 경우에도 적용될 수 있는데, 이 투사형 장치에서 투사는 원하는 3D 장면이 VOW 정면에서 재구성되고 있는 동안에 SLM 상을 프리즘 어레이에 형성하여 종래의 투사 장치와 동일한 투사 장치를 만들어 낸다. 필요한 연산 및 장치는 당업자라면 잘 알고 있는 바와 같이 전술한 것과 유사하다. 프리즘 어레이 내의 프리즘의 편향각과, 그에 따라 위상 불연속을 보정하기 위한 위상 보상이 계산되어야 한다. 프리즘 어레이의 위상 보상은 SLM 상을 프리즘 어레이에 형성할 때에 제공되거나 프리즘 어레이 근처에 배치된 추가적인 SLM에 의해 별도로 제공될 수 있다. 당업자라면 잘 알고 있는 바와 같이 SLM은 투과형이고 프리즘 어레이는 반사형, 또는 SLM이 반사형이고 프리즘 어레이가 투과형일 수 있다.

[0296] 마이크로 리퀴드 프리즘은 예컨대 「Agile wide-angle beam steering with electrowetting microprisms」 Heikenfeld et al, Optics Express 1, pp.6557-6563(2006)」(본 명세서에 인용으로 포함됨)에 기재되어 있다. 이 기술은 "전기습윤(electrowetting)" 또는 "e-웨팅"으로 알려져 있다. 이 기술에서 투명 도전성 액체와 소수성 절연체가 코팅된 전극을 가진 유체(예컨대 공기) 간의 경계에 의해 형성된 접촉각은 투명 도전성 액체에 대한 전극에 인가된 전압차의 함수이다. 소수성 절연체가 덮인 2개의 전극(각 전극은 다른 전극에 의해 형성된 다른 측에 대향하는 e-웨팅 셀의 측벽을 형성함)에 인가된 전압의 독립적인 제어에 따라 광빔이 셀을 횡단함에 따라 조종되는(steered) 각도를 제어할 수 있다. 전기습윤 프리즘에 의한 광빔 조종을 달성하는 다른 구성이 당업자에게 자명할 것이다. 광빔 편향 각도는 전기습윤 셀 어레이의 각 셀의 여러 측에 위치한 여러 가지 전극에 인가된 가변적인 전압차를 이용하여 제어된다.

[0297] 제1 제조 공정의 개요

[0298] 일 구현의 박막 반도체 디스플레이 장치의 기본 구조에는 디스플레이부의 화소들 간에 또는 기판상의 다른 어느 곳에 그 장치의 디스플레이부상의 데이터 디스플레이와 연관된 계산을 수행하는 회로가 배치된 디스플레이부가 구비되어 있다. 이 디스플레이부와, 이 디스플레이부 내에 또는 기판상의 다른 어느 곳에 배치된 계산 수행 회

로는 기판상에 일체적으로 형성된다. 디스플레이부를 구동하는 다른 회로는 디스플레이부 주변에 동일 기판상에 일체적으로 형성될 수 있다.

[0299] 공간 변조기를 동작시키는 TFT 회로와 예컨대 논리 연산을 수행하는 다른 회로는 다른 장치 구조를 제조하는 US6,153,893(그 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함됨)에 기재된 방법과 유사한 하기에 설명되는 것과 같은 방법에 의해 기판상에 형성될 수 있다. 다른 방법도 당업자에 자명할 것이다. 기판은 대면적 기판일 수 있으며, 기판은 적당한 유리 종류일 수 있다. 유리 기판을 이용하면 대개 이용되는 프로세스는 적어도 Si 디바이스 제조 기술의 표준에 따르면 저온 프로세스인 경향이 있다. 디바이스 게이트 절연층을 제조하기 위한 대략 1000 °C에서의 실리콘 열산화와 같은 프로세스는 통상적으로 350°C 내지 700°C의 온도 범위에 있는 저온 프로세스와는 양립되지 못하는 경향이 있다.

[0300] 화소 전극과 스위칭용 박막 트랜지스터는 디스플레이부에 매트릭스 형태로 배열된다. 회로 소자를 구성하는 박막 트랜지스터는 디스플레이부의 화소들 사이에 또는 기판상의 다른 장소에 있으며, 선택적으로는 동일 기판상에 접적될 수 있는 디스플레이 구동부에 있다. 박막 트랜지스터는 게이트 전극과, 이 게이트 전극상의 절연층에 형성된 다결정 반도체층과, 이 다결정 반도체층에 형성된 소스 및 드레인을 구성하는 고농도 불순물막을 포함하는 하부 게이트형일 수 있다. 스위칭용 TFT는 다결정 반도체층과 고농도 불순물막 사이에 저농도 불순물막이 개재된 경도핑 드레인(LDD) 구조를 가질 수 있다.

[0301] 통상적인 구현에서 디스플레이부는 화소 전극을 포함하는 상측부와, 스위치용 TFT를 포함하는 하측부와, 아마도 컬러 필터층과, 블랙 마스크층과, 상측과 하측 사이에 개재된 평탄화층을 갖고 있다. 이 경우에 블랙 마스크층은 소스 및 드레인용의 고농도 불순물층에 전기적으로 연결된 금속 배선 패턴을 포함한다. 또한 화소 전극은 금속 배선 패턴을 통해 드레인용 고농도 불순물막에 전기적으로 연결되어 있다. 또는 백라이트가 시다중 모드로 조명되는 3원색에 이용되는 경우에는 컬러 필터층은 생략될 수 있다.

[0302] 전술한 구조를 가진 디스플레이 장치는 다음의 저온 프로세스에 따라 제조될 수 있다. 먼저, 유리 기판상에 게이트 전극이 형성된다. 다음, 게이트 전극상의 절연막상에 반도체 박막이 형성된 다음에 이 반도체 박막은 레이저 어닐링에 의해 다결정층으로 변환된다. 다음, 마스크층 같은 것을 이용하여 화소 스위칭에 포함된 다결정층 상에만 저농도 불순물층이 선택적으로 형성된다. 더욱이 이 저농도 불순물층 상에는 소스 및 드레인용 고농도 불순물층이 형성되고, 이에 따라 적층형 LDD 구조를 가진 스위칭용 TFT가 형성된다. 동시에, 영상 디스플레이 계산이나 주변 구동부를 위한 회로부에 포함된 다결정층 상에 소스 및 드레인용 고농도 불순물층을 바로 형성함으로써 회로 소자를 위한 TFT가 만들어진다. 바람직하게는 다결정 반도체층의 저항을 감소시키기 위하여 회로부에 포함된 고농도 불순물층 상에 레이저 어닐링이 선택적으로 수행된다.

[0303] 유리 기판상에 게이트 전극이 형성된 다음에는 게이트 전극 상의 게이트 절연막 상에 반도체막이 저온에서 형성된다. 그 다음, 반도체막은 레이저 어닐링에 의해 다결정층으로 변환된다. 따라서 다결정 TFT를 저온 프로세스로 형성하는 것이 가능하다. 사용된 레이저는 통상적으로 레이저 방사가 Si에 강하게 흡수되도록 단파장을 갖고 있으며, 예컨대 엑시머 레이저이나 공자의 다른 레이저이어도 된다. TFT는 하부 게이트형이므로 이 구조는 유리 기판의 나트륨과 같은 불순물로부터 악영향을 쉽게 받지 않는다. 디바이스 영역에서 사용된 다결정 반도체층은 TFT를 작게 할 수 있다. 화소 스위칭용 TFT에서 LDD 구조는 누설 전류를 낮게 유지시킨다. 누설 전류가 너무 크면 디스플레이 장치는 치명적인 결함이 생길 수 있다. 이에 비해 회로 소자를 구성하는 TFT에서는 다결정 반도체층 상에 고농도 불순물층을 저온 프로세스로 중첩시킴으로써 N-채널 TFT와 P-채널 TFT가 동시에 형성될 수 있다. 회로 소자를 구성하는 TFT의 추가적인 레이저 어닐링을 실시하여 이들 TFT의 속도를 증가시킬 수 있다. 컬러 필터층, 블랙 마스크층 및 평탄화층을 포함하는 추가적인 구조를 채택하여 더 높은 화소 밀도와 더 높은 구경비를 달성할 수 있다.

[0304] 이 제조 방법에 따라 제조될 수 있는 구조는 TFT 구조에만 한정되지 않고 임의의 공지 구조에도 적용될 수 있다.

제2 제조 공정의 개요

[0306] 일 구현의 박막 반도체 디스플레이 장치의 기본 구조에는 디스플레이부의 화소들 간에 또는 기판상의 다른 어느 곳에 그 장치의 디스플레이부상의 데이터 디스플레이와 연관된 계산을 수행하는 회로가 배치된 디스플레이부가 구비되어 있다. 이 디스플레이부와 계산 수행 회로는 기판상에 일체적으로 형성된다. 디스플레이부를 구동하는 다른 회로는 디스플레이부 주변에 동일 기판상에 일체적으로 형성될 수 있다.

[0307] 공간 광변조기를 동작시키는 TFT 회로와 예컨대 논리 연산을 수행하는 다른 회로는 다른 장치 구조를 제조하는

US6,140,667(그 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함됨)에 기재된 방법과 유사한 하기에 설명되는 것과 같은 방법에 의해 기판상에 형성될 수 있다. 다른 방법도 당업자에 자명할 것이다. 이 제조 공정을 이용하여 제조된 실리콘 타입을 "연속 그레인(grain) 실리콘"이라고 부르며, 그 전기적 특성은 일부 양상에서 또는 많은 양상에서 단결정 실리콘과 유사하다.

[0308] 도 11, 12 및 13은 화소 스위칭, 디스플레이 구동 및 로직 회로에서의 이용을 포함하여 디스플레이에서 이용하기에 적합한 연속 그레인(CG) 실리콘을 형성하는데 이용될 수 있는 프로세스의 개요를 보여준다. 기판(1101)은 대면적 기판일 수 있으며, 기판은 적당한 종류의 유리 또는 석영일 수 있다. 진성 다결정 실리콘이나 세라믹과 같은 불투명 기판은, 반사형 구조에서는 기판의 광투과가 필수적인 요건이 아니므로, 반사형 구조에서만 사용되는 디스플레이의 경우에 이용될 수 있다. 기판은 절연표면을 갖고 있다. 박막(1102)은 실리콘 두께가 10nm 내지 75nm이고 산화물이 없는 비정질 실리콘 박막이다. 이 박막은 저압 화학 기상 증착(CVD)이나 플라즈마 CVD 프로세스에 의해 성장될 수 있다.

[0309] 다음에서는 실리콘 결정화 프로세스에 대해 설명하지만 다른 많은 것도 본 기술분야에 알려져 있다. 마스크 절연막(1103)이 형성되며, 이 절연막에서 개구눈 기판상의 CG 실리콘의 원하는 위치에 대응한다. Ni를 비정질 Si를 결정화하는 촉매 원소로서 포함하는 용액은 스판 코팅 프로세스에 의해 코딩되어 층(1104)이 형성된다. Co, Fe, Sn, Pb, Pd, Pt, Cu, Au 등과 같은 다른 촉매 원소도 이용될 수 있다. 박막(1103)의 개구에서 촉매 박막(1104)은 비정질 Si 박막(1102)과 접촉하게 된다. 그러면 비정질 Si 박막(1102)은 불활성 분위기 또는 수소나 산소를 포함하는 분위기에서 4 내지 12시간 동안 500°C 내지 700°C 온도에서 어닐링함으로써 결정화될 수 있다.

[0310] 도 11B에 도시된 바와 같이, 비정질 Si 박막(1102)의 결정화는 Ni 촉매에 의해 영역(1105, 1106)에서 촉진된다. 기판에서 크게 성장하는 수평 성장 영역(1107, 1108)이 형성된다. 1107과 1108과 같은 수평 성장 영역만이 기판상에 형성된 TFT 디바이스의 활성층으로 이용된다. 어닐링을 완료한 후에는 마스크층(1103)이 기판으로부터 제거된다. 그 다음에 도 11C에 도시된 바와 같이 패터닝이 실시된다. 활성층인 섬형(island-like) 반도체층(1109, 1110, 1111)이 기판에 형성된다. 1109는 상보형 금속-산화물-반도체(CMOS) 회로를 구성하는 N-채널형 TFT의 활성층이고, 1110은 CMOS 회로를 구성하는 P-채널형 TFT의 활성층이고, 1111은 화소 매트릭스 회로를 구성하는 N-채널형 TFT의 활성층이다.

[0311] *활성층(1109, 1110, 1111)이 형성되고 나면 실리콘을 함유한 절연막을 포함하는 게이트 절연막(1112)이 형성된다. 게이트 절연막(1112)의 두께는 20nm 내지 250nm 범위일 수 있으며, 이 막은 뒤의 열산화 단계에서 산화될 수 있어야 한다. 막(1112)은 공지의 기상 성장 방법을 이용하여 성장될 수 있다.

[0312] 도 11C는 Ni 촉매 원소를 제거하는 열처리 방법을 보여준다. 할로겐 함유 종이 있는 가운데 가열이 실시된다. 가열은 0.1 내지 6시간 동안 700°C 내지 1000°C 범위의 온도로 실시된다. 예컨대 열처리는 3 체적 퍼센트(vol%), 더 일반적으로 0.5vol% 내지 10vol% 사이의 HCl을 포함하는 분위기에서 0.5시간 동안 950°C에서 실시된다. 막 내의 실리콘의 산화는 이용된 분위기 내에 고농도의 질소(N₂) 가스를 혼합함으로써 저하될 수 있다. HCl과는 별도로, HF, HBr, Cl₂, F₂, Br₂, NF₃, ClF₃, BC₁₃ 등과 같은 다른 할로겐 함유 종도 이용될 수 있다. 이 게터링(gettering) 프로세스는 막으로부터 Ni 촉매를 제거하는 작용을 한다. 이것은 분위기 내로 흡수되는 휘발성 니켈 염화물 종이 형성되면서 일어나는 것으로 보인다. 게이트 절연막(1112)의 두께는 산화 프로세스 중에 증가하는 경향이 있을 것이다. 이에 따라서 영역(1109, 1110, 1111)은 얇아져 TFT에서 OFF 전류를 감소시키며 다른 명백한 이점들 중에서도 전기장 효과 이동도를 증진시킨다.

[0313] 상기 처리에 이어서 질소 분위기에서 1시간 동안 950°C에서의 열처리는 게이트 절연막(1112)의 품질과 게이트 절연막(1112)과 영역(1109, 1110, 1111) 간의 경계의 품질을 향상시킨다.

[0314] 0.2 중량 퍼센티지(wt%)의 Sc를 함유한 Al막이 형성되고, 이하에서 설명하는 바와 같이 게이트 전극의 원형을 구성하기 위한 전극 패턴이 형성된다. 이것은 도 11에는 도시되어 있지 않다. Ta, W, Mo 또는 Si와 같은 이 목적에 적당한 다른 재료도 이용될 수 있다. 이 패턴의 표면을 양극 산화시킴으로써 도 11D에 도시된 바와 같이 게이트 전극(1113, 1114, 1115)과 양극산화된 막(1116, 1117, 1118)이 형성된다. 다음 단계에서는 도 11E에 도시된 바와 같이 막(1112)이 위치(1119, 1120, 1121)에서와 같이 전극 바로 아래에만 남도록 막(1112)이 CHF₃와 같은 것을 이용하여 에칭 제거된다. 레지스트 마스크(1122)를 이용하여 P-채널형 TFT를 위한 영역을 덮는다. 도 11E에서 화살표로 표시된 바와 같이 n-타입 재료를 위한 불순물 이온이 주입 또는 플라즈마 증착과 같은 것에 의해 첨가된다. n-타입 영역(1123, 1124, 1125, 1126)이 형성된다. 이 처리 다음에 레지스트 마스크(1122)가 제거될 수 있으며, 레지스트 마스크(1127)가 n-타입 영역 위에 배치될 수 있다(도 12A). 그 다음에

p-타입 영역(1128, 1129)이 주입 또는 플라즈마 증착과 같은 것에 의해 도핑될 수 있다. 이 p-타입 영역은 LDD 영역이다. 그런 다음에 n-타입 영역 위의 레지스트 마스크(1127)가 제거될 수 있다.

[0315] 측벽(1130, 1131, 1132) 상에는 에치백 프로세스를 통해 실리콘 산화막이 형성된다. p-타입 영역은 마스크(1133)로 덮이고, n-타입 도편트가 첨가되어 산화 측벽으로 덮이지 않은 영역에서의 n-타입 도편트의 농도를 증가시킨다. 소스/드레인 영역의 시트 저항은 500Ω이하, 바람직하게는 300Ω 이하로 조정된다. 게이트 전극 아래에는 진성 또는 실질적으로 진성인 채널 형성 영역(1137)이 형성된다. 화소 매트릭스 회로를 구성하는 N-채널 TFT의 소스 영역(1138), 드레인 영역(1139), 저농도 불순물 영역(1140) 및 채널 형성 영역(1141)이 형성된다 (도 12C). 도 12D에서, 레지스트 마스크(1133)가 제거되고, 레지스트 마스크(1142)가 N-채널형 TFT 위에 형성된다. p-타입 불순물이 더 첨가되어 p-타입 도편트의 농도를 증가시킨다. 그 다음에 레지스트 마스크(112)가 제거되고, 로(furnace) 어닐링, 레이저 어닐링 등과 같은 열처리에 의해 불순물 이온이 활성화된다. 이 열처리에 의해 주입 손상이 감소되거나 없어진다.

[0316] Ti막(1147)이 20nm 내지 50nm 두께로 형성되고, 램프 어닐링을 이용한 열처리가 실시된다. Ti막에 접촉한 Si는 티타늄 실리사이드를 형성하도록 반응하며, 도 13A에 도시된 바와 같이 실리사이드 영역(1148, 1149, 1150)이 형성된다. 도 13B는 후의 단계에서 소스/드레인 영역과 배선을 연결하기 위한 컨택홀을 형성할 때에 실리사이드막 영역(1148, 1149, 1150)이 제거되지 않도록 하기 위해 형성되는 섬형 패턴(1151, 1152, 1153)을 보여준다.

[0317] Si 산화막은 제1 충간 절연막으로서 0.3μm 내지 1μm 두께로 형성된다. 도 13B에 도시된 바와 같이 컨택홀이 형성되고, 소스 배선(1155, 1156, 1157)과 드레인 배선(1158, 1159)이 형성된다. 제1 충간 절연막(1154)으로는 유기 수지가 이용될 수 있다. 도 13C에서 기판상에 제2 절연층(1160)이 0.5μm 내지 3μm 두께로 형성된다. 폴리아미드, 아크릴 수지, 폴리아미드, 폴리아미드 아미드 등이 유기 수지막으로서 이용된다. 막(1160) 상에는 블랙 마스크(1161)가 형성된다. Si 산화물, Si 질화물, Si 산질화물 또는 유기 수지막, 또는 이들의 적층막과 같은 제3 충간 절연막(1162)이 0.1μm 내지 0.3μm 두께로 형성된다. 막(1160)과 막(1162)에는 콘택홀이 형성되고, 화소 전극(1163)이 120nm 두께로 형성된다. 도 13C에 도시된 바와 같이 블랙 마스크(1161)가 화소 전극(1163)과 겹치는 영역에는 보조 커페시턴스(1164)가 형성된다.

[0318] 기판 전체는 수소 분위기에서 1 내지 2시간 동안 350°C에서 가열되어, 특히 막들 중 활성층에서의 땅글링 결합(dangling bond)을 보상한다. 이들 단계 후에 도 13C의 좌측에 있는 CMOS 회로와 도 13C의 우측에 있는 화소 매트릭스 회로는 동일 기판상에 예컨대 인접한 위치에서 형성될 수 있다.

[0319] 이 제조 방법에 따라 제조될 수 있는 구조는 TFT 구조에만 한정되지 않고 하부 게이트 TFT를 포함하여 임의의 공지 구조에도 적용될 수 있다.

제3 제조 공정의 개요

[0320] 일 구현의 박막 반도체 디스플레이 장치의 기본 구조에는 디스플레이부의 화소들 간에 또는 동일 기판상의 다른 어느 곳에 그 장치의 디스플레이부상의 데이터 디스플레이와 연관된 계산을 수행하는 회로가 배치된 디스플레이부가 구비되어 있다. 이 디스플레이부와 계산 수행 회로는 기판상에 일체적으로 형성된다. 디스플레이부를 구동하는 다른 회로는 디스플레이부 주변에 동일 기판상에 일체적으로 형성될 수 있다.

[0322] 공간 광변조기를 동작시키는 TFT 회로와 예컨대 논리 연산을 수행하는 다른 회로는 다른 장치 구조를 제조하는 US6,759,677(그 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함됨)에 기재된 방법과 유사한 하기에 설명되는 것과 같은 방법에 의해 기판상에 형성될 수 있다. 다른 방법도 당업자에 자명할 것이다. 이 제조 공정을 이용하여 제조될 수 있는 반도체 타입은 다결정 실리콘-게르마늄이며, 그 전기적 특성은 일부 양상에서 또는 많은 양상에서 단결정 실리콘과 유사하거나 그 이상이다.

[0323] 이 제조 공정은 단일 기판상에 회로를 형성한다. 폴리실리콘을 활성층으로 하여 디스플레이의 화소를 제어하는 TFT 그룹이 제조된다. 게이트 드라이버 회로, 소스 드라이버 회로 및 신호 처리 회로와 같은 기능을 가진 다른 TFT도 제조되는데, 여기서는 활성층은 고속 동작을 할 수 있는 실리콘-게르마늄이다. Ge는 고속 동작을 요하는 회로의 일부에 첨가되는 반면에 폴리Si는 낮은 OFF 전류 특성을 요하는 회로 부분에 이용된다.

[0324] 화소 매트릭스 회로와 드라이버 회로(이 예에서는 CMOS 회로임)가 모두 단일 기판의 절연 표면상에 형성된 능동형 매트릭스 디스플레이 장치가 제조된다. 이 공정은 도 6에 도시되어 있다.

[0325] 도 6A에 도시된 바와 같이 유리 기판(601)이 제작되고, 그 위에 실리콘 산화물층(602)이 형성된다. 비정질 실

리콘막(603)은 플리즈마 CVD법에 의해 30nm 두께로 형성된다. 레지스트 마스크(604)는 비정질 Si막(603) 상에 패터닝하여 제공된다. 이 레지스트 마스크는 화소 메트릭스 회로를 위한 TFT 그룹이 형성될 영역을 덮도록 형성된다. 고속 회로로 형성될 영역은 덮이지 않는다. 도 6B에 도시된 바와 같이, 이온 주입, 플리즈마 도핑 또는 레이저 도핑과 같은 기술을 이용하여 Ge가 첨가된다. Ge는 비정질 Si막의 조성을 변화시켜 $Si_{1-x}Ge_x$ ($0 < x < 1$)의 평균 조성을 만들기 위해서 첨가된다. 이온 주입이 이용되는 경우에는 Ge가 첨가되는 영역은 주입 손상을 입는다. $Si_{1-x}Ge_x$ 막(605)은 비정질 상태이다.

[0326] Ge에서의 벌크 확산을 위한 활성화 에너지는 Si에서보다 낮고 Ge와 Si는 녹는점 이하의 온도에 대한 2원 합금 상태도에서 서로 고용체를 형성하므로, Ge의 존재는 순수 Si막의 결정화보다 $Si_{1-x}Ge_x$ 막의 결정화를 더 가속시킨다. 이에 대하여 Ge는 레이저 유도 결정화에서와 같이 Si 결정화에 대한 촉매 반도체인 것으로 생각될 수 있다.

[0327] *도 6C에서 레지스트층(603)이 제거되고, US5,643,826(그 전체 내용이 본 명세서에 인용으로 포함됨)에 기재된 바와 같이 전체 표면상에 Ni 함유층(606)이 부가된다. Ni는 Si 또는 $Si_{1-x}Ge_x$ 막의 결정화를 촉진시키는 촉매 물질로서 이용된다. 이 목적으로 Co, Fe, Cu, Pd, Pt, Au 또는 In과 같이 Ni 이외의 원소도 이용될 수 있다. Si 및 $Si_{1-x}Ge_x$ 막의 결정화는 도 6D에 도시된 바와 같이 600°C에서 8시간 동안의 로 어닐링에 의해 달성된다. 이렇게 하여 폴리 $Si_{1-x}Ge_x$ 영역(607)과 폴리 Si 영역(608)이 형성된다. 열처리는 레이저 어닐링이나 램프 어닐링과 같은 다른 방법을 이용하여서도 실시될 수 있다.

[0328] 도 6E에서 폴리 $Si_{1-x}Ge_x$ 영역(607)은 활성층(609)으로 형성된다. 폴리 Si 영역(608)은 활성층(610)으로 형성된다. 활성층(609)은 뒤의 드라이버 회로와 신호 처리 회로를 구성하기 위한 TFT 활성층을 위한 것이다. 활성층(610)은 뒤의 화소 매트릭스 회로를 구성하기 위한 TFT의 활성층을 위한 것이다.

[0329] 소스 영역, 드레인 영역 및 경도핑 드레인(LDD) 영역은 US5,648,277(그 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함됨)에 기재된 프로세스에 따라 형성된다. 이제 이 프로세스에 대해 요약 설명한다. 먼저, 뒤에 게이트 전극으로 형성될 섬형 패턴이 Sc 2wt% 함유한 Al막을 이용하여 형성된다. 다음, 이 섬형 패턴에 대해 양극 산화를 실시하여 섬형 패턴의 측벽에 다공질 양극 산화막을 형성한다. 그 다음, 용액을 바꾸어서 양극 산화를 더 실시하여 섬형 패턴 부근에 조밀한 양극 산화막을 형성한다. 이런 식으로 다공질 양극 산화막과 조밀한 양극 산화막을 형성한 후에는 드라이 에칭법을 이용하여 게이트 유전체막이 에칭된다. 게이트 유전체막 에칭을 완료한 후에는 다공질 양극 산화막을 제거하여 도 7A에 도시된 상태를 얻는다.

[0330] 도 7A에서, 711, 712 및 713은 실리콘 산화막으로 형성된 게이트 절연막이고, 714, 715 및 716은 Sc를 포함하는 Al막으로 형성된 게이트 전극이고, 717, 718 및 719는 게이트 전극을 보호하는 조밀한 양극 산화막이다. 도 7B에서 P-채널 TFT로 형성될 영역은 마스크(720)로 덮여진다. 이 영역의 나머지는 n-타입 도전성을 제공하도록 주입된 n-타입 이온을 갖고 있다. 주입된 이온의 깊이에 따른 농도 분포를 더 균일하게 하기 위하여 US5,648,277에 기재된 바와 같이 2가지 서로 다른 가속 전압이 이용된다.

[0331] 도 7B에서, 이 프로세스의 결과로서, 드라이버 회로를 구성하기 위한 n-채널 TFT의 드레인 영역(721), 소스 영역(722), LDD 영역(723) 및 채널 영역(724)이 형성된다. 또한 화소 매트릭스 회로를 구성하기 위한 N-채널 TFT의 드레인 영역(726), 소스 영역(725), LDD 영역(727) 및 채널 영역(728)도 형성된다.

[0332] 도 7C에서, 레지스트 마스크(720)가 제거되고, n-타입 영역 위에 레지스트 마스크(729)가 부가된다. 그 다음에 주입된 이온의 깊이에 따른 농도 분포를 더 균일하게 하기 위하여 US5,648,277에 기재된 바와 같이 2가지 서로 다른 가속 전압이 이용을 이용하여 p-타입 도전성을 제공하도록 불순물 이온이 주입된다. 이렇게 하여 드라이버 회로를 구성하기 위한 P-채널 TFT의 소스 영역(730), 드레인 영역(731), LDD 영역(732) 및 채널 영역(733)을 형성한다. 이 불순물 이온은 어닐링 처리를 통해 활성화된다.

[0333] 제1 층간 절연막(734)이 형성되고, 그 내부에 콘택홀이 개구되어 소스 전극(735, 736, 737)과 드레인 전극(738, 739)을 형성한다. 이 절연층(734)은 실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 실리콘 산질화물 및 수지막 중에서 선택된 재료로 만들어진다. 이렇게 해서 드라이버 회로를 위한 TFT가 완성된다. 이제는 화소 매트릭스를 위한 TFT를 완성해야 한다. 소스 전극과 드레인 전극을 형성한 후에는 제2 층간 절연막(740)이 형성되고, 그 위에 Ti막을 포함하는 블랙 마스크(741)가 형성된다. 블랙 마스크(741)를 형성하기 전에 드레인 전극(739) 위의 소정 위치에 있는 제2 층간 절연막을 약간 이동시킨다면 블랙 마스크, 제2 층간 절연막 및 드레인 전극으로부터 보조 커

패시턴스를 형성하는 것이 가능하다. 다음, 블랙 마스크(741) 위에 제3 절연층막(742)이 형성되고, 그 내부에 콘택홀이 형성되고, 그 위에 인듐 주석 산화물과 같은 투명 도전막을 포함하는 화소 전극(743)이 형성된다.

[0334] 이렇게 하여 도 7D에 도시된 바와 같이 서로 인접할 수 있는 일체적으로 형성된 화소 회로와 드라이버 회로를 포함하는 TFT를 가진 능동형 매트릭스 기판이 완성된다. 당업자라면 도 7D의 CMOS 회로는 폴리 실리콘-게르마늄 영역에 형성될 수 있는 신호 처리 회로와 같은 다른 회로로 대체될 수 있음을 잘 알 것이다. 폴리 실리콘-게르마늄 영역은 높은 전기장 효과 이동도를 처리하며, 따라서 고속 동작에 적합하다. 폴리 Si 영역은 폴리 실리콘-게르마늄 영역에 비해 동작 속도 특성은 뒤떨어지지만 이것이 화소 매트릭스 TFT에 적용되는 경우에는 낮은 OFF 전류 특성이 더 좋아진다.

[0335] 이 제조 방법에 따라 제조될 수 있는 구조는 TFT 구조에만 한정되지 않고 하부 게이트 TFT를 포함하여 임의의 공지 구조에도 적용될 수 있다.

레이저 광원

[0337] 예컨대 GaInAs 또는 GaInAsN 재료에 기초한 RGB 고상 레이저 광원은 컴팩트하고 광지향성이 높기 때문에 홀로그래픽 디스플레이용으로 적당한 광원일 수 있다. 그와 같은 광원은 Novalux (RTM)사(USA. CA소재)가 제조한 RGB 수직 공동(cavity) 표면 발광 레이저(VSCEL)은 물론 발광 다이오드를 포함한다. 그와 같은 레이저 광원은 단일 레이저 또는 레이저 어레이로서 제공될 수 있으나, 각 광원은 회절 광학 요소를 이용하여 다중 빔을 발생하는데 이용될 수 있다. 빔은 다중모드 광파이버로 전해질 수 있는데, 이는 컴팩트 홀로그래픽 디스플레이에서 이용하기에 코히レン스가 너무 높아 레이저 얼룩 패턴과 같은 원치않는 아티팩트가 생긴다면 이 광파이버가 코히レン스를 감소시킬 수 있기 때문이다. 레이저 광원 어레이는 1차원 또는 2차원적일 수 있다.

기판

[0339] 용어 "기판"은 디스플레이가 제조되는 재료판을 말한다. 이것은 통상적으로 유리 시트 기판, 사파이어 기판, 또는 Si나 GaAs와 같은 반도체 기판과 같은 절연 기판일 것이다, 중합체 시트나 금속 시트와 같은 다른 기판도 가능하다. 유리 시트와 같은 기판과 Si 또는 GaAs와 같은 반도체 기판은 처리 단계를 단순화하고 재료 증착, 어닐링 및 재료 에칭과 같은 여러 가지 처리 단계를 수행하는 여러 가지 장치들 간의 전환을 간단하게 하기 때문에 디바이스 제조에 널리 이용된다. 용어 "기판"은 Shimobaba 등이 개시한 한 것과 같은 단일 회로 기판을 말하는 것은 아니다. Optics Express 13, 4196(2005): 단일 회로 기판은 유리 시트 기판과 같은 단일 기판상에서 수행될 수 있는 제조 프로세스의 범위를 허용하지 않는다.

트랜지스터 카운트의 평가

[0341] 이 절은 디스플레이 화소들 간에 배치된 회로에 의해 구현될 홀로그래픽 계산을 위해 디스플레이에서 필요한 트랜지스터 수의 평가를 포함한다.

[0342] FPGA를 이용한 구현을 위해서 홀로그램 계산은 다음 단계로 이루어진다. 이 경우에 표시된 퍼센티지는 주어진 단계를 위해 이용되는 FPGA상의 로직 자원의 퍼센티지이다.

[0343] ● 렌즈 기능: z값에 따라서 랜덤 위상을 가산하고 서브홀로그램을 발생(4.5%)

[0344] ● CORDIC 계산: 위상 및 크기로부터의 복소값을 실수값과 허수값으로 변환하고 강도의 변조를 수행(62.5%)

[0345] ● 서브홀로그램을 합산하여 홀로그램을 형성(15.5%)

[0346] ● 홀로그램 코딩: CORDIC 알고리즘도 그 값을 위상 및 크기로 변환하고 다시 실수값과 허수값으로 변환하고, 데이터를 클리핑하고 정규화하는데 이용된다(17.5%).

[0347] 메모리 비트에 대한 트랜지스터 카운트는 파이프라인 주파수에 의존하지 않으므로 상기 주어진 퍼센티지 수는 화소 매트릭스에서 연산이 수행될 때에 다를 수 있다. 가산과 코딩에 대한 연산 효과는 홀로그램 화소 수에 따라 증가할 것이다.

[0348] 렌즈 기능(LF)은 z값에 따라서 서브홀로그램 크기와 렌즈 기능에 대한 개시 상수를 정의하는데 좀 작은 LUT를 가질 수 있다. 따라서 렌즈 기능은 LUT에 대한 비교적 높은 고정된 트랜지스터 카운트와, 클록 사이클마다 렌즈 기능으로부터 별별로 구동되는 CORDIC 유닛의 수에 따라서 가변적인 트랜지스터 카운트를 갖는다. 일반적으로 컴퓨팅 유닛(클러스터)의 크기는, 그 크기가 클수록 데이터 전송률의 절감이 적을 것이기 때문에 최적화되어야 한다. 반면에 클러스터가 클수록 계산의 실현은 더 쉬워진다. 도 23의 예는 하나의 클러스터가 백 만개 이

상의 트랜지스터로 이루어질 수 있기 때문에 간단화된 클러스터 설계만을 보여준다.

[0349] 이제 디스플레이 화소들 간에 배치된 회로에 의해 구현될 홀로그래픽 계산을 위해 디스플레이에서 필요한 트랜지스터 수를 평가한다. CORDIC 알고리즘은 FPGA 구현에서 자원의 75% 이상을 필요로 하므로, 평가는 CORDIC 계산을 수행하는 트랜지스터에 집중된다. 참조문헌[CORDIC-Algorithmen, Architekturen und monolithische Realisierungen mit Anwendungen in der Bildverarbeitung, Dirk Timmermann, 1990](본 명세서에 인용으로 포함됨)의 페이지 100 내지 101은 CORDIC 트랜지스터 카운트를 평가하는데 도움이 된다. FPGA 해법을 위해 여러 가지 정리(reduction)를 이용하는 적합한 CORDIC 유닛이 개발되었으며, 따라서 하나의 파이프라인형 CORDIC 유닛에 대해 평가된 트랜지스터 카운트는 약 52,000개의 트랜지스터이다.

[0350] 도 21과 22의 스프레드시트는 2,000x1,500 화소 실제 공간 영상부터 시작하는 16,000x12,000 홀로그램 화소를 가지고 계획된 홀로그램 연산에 대한 평가를 보여준다. 서브홀로그램 내의 모든 화소에 대해서 하나의 CORDIC 연산이 필요하다. 즉 초당 총 250×10^9 번의 연산이 필요하다. 25MHz 파이프라인 주파수에서는 병렬연결된 9800개의 CORDIC 유닛이 필요하다. 클러스터 설계는 클러스터가 클수록 홀로그램 데이터의 분배 비용이 더 많이 들므로 트랜지스터 카운트와 설계 효율에 영향을 미친다. 그러나 클러스터가 너무 작으면 일부 유닛은 대부분의 시간 동안 아무것도 하지 않고 따라서 트랜지스터 카운트가 증가되기 때문에 클러스터 내의 연산은 효율적이지 못하다.

[0351] 클러스터가 하나의 렌즈 기능 유닛과 하나의 CORDIC 유닛으로 구성되는 경우에는 서브홀로그램 연산을 위해 9800개의 클러스터와 6억 6천 만개의 트랜지스터가 필요하다. 클러스터가 하나의 렌즈 기능 유닛과 8개의 CORDIC 유닛으로 구성되는 경우에는 서브홀로그램 연산을 위해 1200개의 클러스터와 5억 3천 만개의 트랜지스터가 필요하다. 따라서 클러스터 크기는 큰 범위로 변할 수 있으며, 샘플 설계로는 4개의 CORDIC 유닛과 하나의 렌즈 기능을 가진 클러스터가 선택된다. 그 결과, 서브홀로그램 연산을 위해 2500개의 클러스터와 5억 5천 만개의 트랜지스터가 필요한 것으로 평가된다.

[0352] 최적의 클러스터 크기를 찾기 위해서는 세부적인 설계가 실시되어야 한다. 스프레드시트(도 21과 22)에 있는 수는 개략적인 평가일 뿐이지만 파라미터의 주요 종속 형태를 보여준다.

[0353] CORDIC(digit-by-digit 방법, Volder 알고리즘)(Coordinate Rotation Digital Computer)는 쌍곡선 함수와 삼각 함수를 계산하는 간단하고 효율적인 알고리즘이다. 여기서는 CORDIC은 복소수를 위상 및 크기값에서 실수값 및 허수값 또는 그 역으로 변환하는데 이용되므로 다른 알고리즘도 이용될 수 있다. CORDIC은 작은 탐색표, 비트 시프트 및 가산만을 필요하므로 하드웨어 곱셈기(예컨대 간단한 마이크로컨트롤러와 FPGA)를 이용할 수 없는 경우에 일반적으로 이용된다. 게다가 소프트 또는 전용 하드웨어로 구현할 때에는 CORDIC 알고리즘이 파이프라인에 적합하다. 현대적 CORDIC 알고리즘은 Jack E. Volder가 1959년에 처음으로 고안했던 것인데, 이것은 이미 1624년에 Henry Briggs가 발표한 기술과 유사하다. CORDIC은 원래는 2진수로 구현되었다. 1970년대에 십진 CORDIC이 포켓 계산기에서 널리 이용되었는데, 그 계산기 대부분은 이진수로는 동작하지 않고 BCD(binary-coded-decimal)로 동작한다. CORDIC은 특히 가격(그러므로 칩당 게이트 수)이 속도보다 훨씬 중요한 애플리케이션인 핸드헬드 계산기에 적합하다. CORDIC은 (예컨대 마이크로컨트롤러에서) 하드웨어 곱셈기를 이용할 수 없는 경우에 또는 (예컨대 FPGA에서) CORDIC을 구현하는데 필요한 게이트 수가 최소화되어야 하는 경우에 일반적으로 다른 방식보다 빠르다.

[0354] CORDIC은 Henry Briggs가 고안한 로그와 지수 알고리즘인 "shift-and-add" 알고리즘 부류의 일부이다. 많은 초등 함수를 연산하는데 이용될 수 있는 다른 shift-and-add 알고리즘은 복소평면에 대한 로그와 지수 함수의 일반화인 BKM 알고리즘이다. 예컨대 BKM은 $\cos x + i \sin x$ 인 $0+1$ 의 지수 함수를 연산함으로써 실수 각 x (라디안 단위)의 사인과 코사인을 연산하는데 이용될 수 있다. BKM 알고리즘(1994년에 「J.C. Bajard, S. Kla, and J.m. Muller, IEEE Transactions on Computers, 43(8): 955-963, August 1994」에 최초로 발표됨)은 CORDIC보다는 약간 더 복잡하지만 스케일링 계수가 필요없는 이점이 있다. BKM 알고리즘은 본 구현에서는 CORDIC 알고리즘을 대신할 수 있다.

연산 방법

[0356] 오늘날 중앙 처리 장치(CPU)와 디지털 신호 프로세서(DSP) 장치는 주로 연산용으로 디지털 동기 로직을 이용한다. FPGA 홀로그램도 이 방식을 이용할 수 있다. 이 방식은 홀로그램 화소당 트랜지스터 수가 작기 때문에 연산 단계에 따라서는 다른 방법도 바람직할 수 있다. 다음의 리스트는 일부 다른 연산 방법에 대한 주요 속성을 보여준다.

- [0357] 디지털 동기 로직(클록된 로직)
- 트랜지스터 카운트 높음
- [0359] 연산 시간 짧음
- [0360] 타이밍 계산 쉬움
- [0361] 설계 툴 지원 양호
- [0362] 디지털 비동기 로직(언클록된 로직)
- 전력 효율 양호
- [0364] 트랜지스터 카운트 높음
- [0365] 연산 시간 짧음
- [0366] 설계 툴 지원 빠르고
- [0367] 타이밍 계산 어려움
- [0368] PWM(펄스폭 변조)
- 트랜지스터 카운트 낮음
- [0370] 연산 시간 짧음
- [0371] 아날로그
- [0372] 주로 1950년에서 1960년에 개발
- [0373] 간단한 고주파 용도를 제외하고는 오늘날에는 아날로그 컴퓨팅은 보기 드물어
- [0374] 트랜지스터 카운트 매우 낮음
- [0375] 연산 시간 짧음
- [0376] 정밀도 낮음
- [0377] 제조 파라미터 드리프트 종속성이 높음
- [0378] 혼합 기술
- [0379] 연산 단계의 요구 사항들은 서로 다르다. 예컨대 폴리 Si 트랜지스터의 용량이 한정되어 있으므로 연산 방법은 요구 사항에 따라서 선택되어야 한다. 최적의 방법은 구현 정밀도에 따라 다를 수 있다. 몇 가지 실례는 다음과 같다.
- [0380] 트랜지스터 수를 줄이기 위해서 렌즈 기능과 코딩과 같이 요구 사항이 적은 연산 단계는 PWM을 이용할 수 있다. 실제 공간 데이터와 홀로그램 데이터는 약 8 비트 정도(precision)만을 이용하므로 데이터 분배에는 아날로그 시프트 레지스터가 이용될 수 있다. 전력 소모를 줄이는 데는 특수 설계된 비동기식 CORDIC 유닛이 이용될 수 있다. 단계당 한 가지 이상의 방법을 이용하면 트랜지스터 수는 더 감소하겠지만 설계 단가가 올라갈 수 있다.
- [0381] 디스플레이 종류
- [0382] 디스플레이의 바람직하게는 디스플레이 표면상의 트랜지스터나 기타 다른 (전기적, 광학적) 스위칭 소자를 이용하는 능동형 매트릭스 구조이다. 트랜지스터 재료는 연산용 부가 트랜지스터를 구현하기 위해서는 적당한 구조폭과 스위칭 주파수를 가져야 한다. 단결정 실리콘과, 저온 폴리 Si(LTPS), CGS, 싱글 그레인 Si 또는 폴리 SiGe와 같은 폴리 Si 변형체가 이용될 수 있다. 비정질 실리콘의 스위칭 주파수는 일반적으로 고성능 홀로그램 연산에는 너무 낮다. 원칙적으로는 유기 반도체나 탄소 나노튜브도 스위칭 소자 재료로 이용될 수 있다. 종래의 대형 디스플레이에서는 행 및 열 배선을 위한 면적이 커야 한다. 이 면적은 본 발명의 방식에 이용하면 절감될 수 있다.
- [0383] 디스플레이가 클수록 면적 절감 효과도 크므로 다음의 디스플레이 종류가 바람직하다.
- LTPS의 액정 디스플레이(LCD)

- [0385] ● LTPS의 유기 발광 다이오드(OLED)(발광 폴리머(LEP) 포함)
- [0386] 단결정 실리콘은 상기 새로운 방법에 비해 이점이 적기 때문에 소형 디스플레이에만 이용된다. 단결정 Si의 이용 예는 다음과 같다.
- [0387] ● LCOS
- [0388] ● 디지털 라이트 프로세싱(DLP) 기술
- [0389] 구현을 위해 이용될 수 있는 가능한 디스플레이 기술 리스트는 다음과 같다.
- [0390] 액정 디스플레이(LCD) 종류
- [0391] LOCS liquid crystal on silicon
- [0392] NLC nematic liquid crystal
- [0393] TN twisted nematic
- [0394] VAN vertical aligned nematic
- [0395] FLC Ferroelectric liquid crystal
- [0396] FED(field emission displays)
- [0397] SED Surface-Conduction Electron-Emitter Display
- [0398] 탄소 나노튜브 에미터(실리콘 기판 또는 인듐 주석 산화물(ITO) 코팅 유리 기판에 기초하나, 이들은 비코히런트광이 방출되므로 광원용으로만 이용될 수 있음)
- [0399] 전기 기계 시스템
- [0400] 미러 어레이/디지털 라이트 프로세싱(DLP) 기술
- [0401] MEMS 미러(Micro Electro Mechanical Systems)(MOEMS(micro-opto-electromechanical system)라고도 함)
- [0402] 홀로그램 계산 방법 리스트는 다음과 같다.
- [0403] -탐색표(LUT)
- [0404] -해석적 연산
- [0405] -국제 특허공개 WO2006/066919(본 명세서에 인용으로 포함됨)에 기재된 방법
- [0406] -광선 추적 방법
- [0407] 변환 종류
- [0408] -2D 변환
- [0409] -수평면에서의 1D 변환
- [0410] -수직면에서의 1D 변환
- [0411] 인코딩 종류
- [0412] -Burckhardt 인코딩
- [0413] -위상 단독(phase only) 인코딩
- [0414] -2위상 인코딩
- [0415] -BIAS 인코딩
- [0416] -MDE(minimum distance encoding)-홀로그램 화소당 3개 이상의 SLM 화소를 이용한 인코딩
- [0417] 하드웨어
- [0418] 외부 홀로그램 계산 유닛은 한 쌍의 하이 엔드 FPGA, 또는 ASIC(application specific integrated circuit),

또는 약 5천 2백 만개의 트랜지스터와 500MHz 파이프라인 주파수를 가진 풀 커스텀 집적 회로(IC)로 구성된다. 데이터를 디스플레이로 전송하는 데는 약 230개의 저전압 차동 시그널링(LVDS) 쌍(각 쌍은 초당 1Gbits로 전송됨)이 이용될 수 있다. 데이터 수신을 위해서는 COG(chip on glass) 행 및 열 배선 드라이버도 필요하다. 연산이 디스플레이 기판상에 집적된 경우에는 DVI(Digital Visual Interface) 수신기와 같은 고스위칭부 만이 추가 하드웨어로 구현될 수 있다. 50배 낮은 데이터율을 가진 원 데이터만이 전송되어야 한다(도 1 참조). 디스플레이에의 극소수의 연결부를 가진 매우 저가의 디스플레이 전자 장치가 이용될 수 있다. 이 전자 장치는 오늘날의 저해상 2D TFT 디스플레이와 거의 유사하다.

[0419] 주석

[0420] 상기 3가지 제조 방법의 개요의 특성들은 본 발명의 범위로부터 벗어남이 없이 조합될 수 있다.

[0421] 본 발명의 도면들에서 도시된 상대적 치수는 반드시 일정 비율에 따른 것은 아니다.

[0422] 당업자라면 본 발명의 범위로부터 벗어남이 없이 본 발명을 여러 가지로 변형 및 수정할 수 있을 것이며, 본 발명은 본 명세서에서 설명된 예들에 부당하게 한정되어서는 않 됨은 물론이다.

[0423] 본 발명에서는 ('개념 A-T'으로 설명된) 여러 가지 개념이 있다. 부록 III은 이러한 개념을 정의하는데 도움이 될 수 있는 내용을 담고 있다. 당업자라면 잘 알겠지만 하나의 개념에 대한 설명은 다른 개념을 설명하는데도 도움이 될 수 있다. 이들 개념들 중 일부는 본 명세서의 다른 여러 곳에서 밝힌 바대로 본 발명의 일부를 구성 할 수 있다.

[0424] 부록 I

[0425] 기술 입문(Technical Primer)

[0426] 하기 절은 본 발명을 구현하는 시스템의 일부에서 이용되는 몇 가지 핵심 기술에 대한 입문이다.

[0427] 종래의 홀로그래피에서는 관찰자는 (변화하는 장면일 수 있는) 오브젝트의 홀로그래픽 재구성을 볼 수 있지만 홀로그램부터의 관찰자 거리는 관련되어 있지 않다. 이러한 재구성은 어떤 통상적인 광학 구성에서는 홀로그램을 비추는 광원의 영상면에 또는 그 가까이에 있고, 따라서 홀로그램의 푸리에 평면에 또는 그 가까이에 있다. 그러므로 이 재구성은 재구성되는 실세계 오브젝트의 동일한 파필드(far-field) 광분포를 갖는다.

[0428] 어떤 초기 시스템(WO2004/044659와 US2006/0055994(이 둘 다 그 전체 내용이 본 명세서에 인용으로 포함됨)에 기재됨)은 재구성된 오브젝트가 홀로그램의 푸리에 평면이나 그 부근에 있지 않은 매우 다른 구성을 갖고 있다. 그 보다는 가상 관찰자창 영역이 홀로그램의 푸리에 평면에 있는데, 관찰자는 눈을 이 장소에 위치시킨 다음에야 올바른 재구성을 볼 수 있다. 이 홀로그램은 LCD(또는 다른 종류의 공간 광변조기)에서 인코딩되고, 가상 관찰자창이 홀로그램의 푸리에 변환이 되도록(따라서 이것은 눈에 직접 상이 생기는 푸리에 변환임) 광학 기구에서 조명된다. 그런 다음에, 관찰자창과 SLM에 걸친 절두체에 형성된 재구성된 오브젝트는 렌즈의 초점면에 있지 않으므로 홀로그램의 프레넬 변환으로 기술되는 더 좋은 전파(propagation)이다. 대신에 이것은 (파필드 분포의 평면 파면과는 다른 구면 파면을 이용하여 모델링된) 니어필드(near-field) 광분포에 의해 정의된다. 이 재구성은 (전술한 바와 같이 홀로그램의 푸리에 평면에 있는) 가상 관찰자창과 SLM 사이의 어느 곳이나 심지어 SLM 뒤에서 가상 오브젝트로서 나타날 수 있다.

[0429] 이 방식에 대해서는 몇 가지 결과가 있다. 첫째, 홀로그램 비디오 시스템 설계자가 직면하는 기본 한계는 SLM의 화소 피치(또는 다른 종류의 광변조기)이다. 목표는 합리적인 가격으로 상업적으로 입수할 수 있는 화소 피치를 가진 SLM을 이용하여 큰 홀로그래픽 재구성을 가능하게 하는 것이다. 그러나 과거에는 이것은 다음과 같은 이유로 불가능했었다. 푸리에 평면에서 인접한 회절 차수들 간의 주기 간격은 $\lambda D/p$ 로 주어진다. 여기서 λ 는 조명광의 파장이고, D 는 홀로그램에서 푸리에 평면까지의 거리이고, p 는 SLM의 화소 피치이다. 그러나 종래의 홀로그래픽 디스플레이에서는 재구성된 오브젝트는 푸리에 평면 내에 또는 그 근처에 있다. 따라서 재구성된 오브젝트는 주기 간격보다 작게 유지되어야 하는데, 만일 더 크다면 그 애지가 인접 회절 차수로부터의 재구성으로 흐릿해질 것이다. 이렇게 되면 재구성된 오브젝트는 고가의 특수제작된 소피치 디스플레이를 이용하더라도 통상적으로 직경이 고작 수 cm 정도로 매우 작게 될 것이다. 그러나 본 방법에 따르면 (전술한 바와 같이 홀로그램의 푸리에 평면 내에 위치하는) 가상 관찰자창은 눈 동공 만큼만 크기만 하면 된다. 결과적으로 보통의 화소 크기를 가진 SLM도 이용될 수 있다. 재구성된 오브젝트는 가상 관찰자창과 홀로그램 사이의 절두체를 완전히 채울 수 있으므로 이 오브젝트는 매우 크게, 즉 주기적 간격보다 훨씬 더 클 수 있다. 더욱이 OASLM이 이용되는 경우에는 화소 처리가 없으며, 따라서 주기성이 없어 가상 관찰자창을 주기 간격보다 작게 유지해

야 한다는 제약이 더 이상 적용되지 않는다.

[0430] 일 변형체에서 전개된 다른 이점도 있다. 홀로그램을 연산할 때에는 재구성된 오브젝트를 아는 것부터 시작한다. 예컨대 레이싱카의 3D 영상 파일을 이미 알고 있을 수 있다. 그 파일은 오브젝트가 여러 가지 서로 다른 시계 위치로부터 어떻게 보이는가를 설명할 것이다. 종래의 홀로그래피에서는 레이싱카의 재구성을 생성하는데 필요한 홀로그램은 연산 집중 프로세스에서 3D 영상 파일로부터 직접 도출된다. 그러나 가상 관찰자창 방식은 연산 효율이 더 높은 다른 기술을 제공할 수 있다. 재구성된 일 평면에서 시작하여 오브젝트의 프레넬 변환인 가상 관찰자창을 연산할 수 있다. 그 다음에 이를 모든 오브젝트 평면에 대해 수행하고, 그 결과를 합산하여 누적 프레넬 변환을 생성한다. 이 누적 프레넬 변환은 가상 관찰자창에 대한 파동장을 정의한다. 그런 다음에 홀로그램을 이 가상 관찰자창의 푸리에 변환으로서 연산한다. 가상 관찰자창은 오브젝트의 모든 정보를 포함하고 있으므로 단일 평면 가상 관찰자창만이 홀로그램으로 푸리에 변환되어야 하며, 다중 평면 오브젝트가 아니다. 이것은 특히 가상 관찰자창으로부터 홀로그램으로의 단일 변환 단계가 아니라 반복 푸리에 변환 알고리즘과 같은 반복 변환이 있는 경우에 유리하다. 반복이 필요한 경우에는 각 반복 단계는 각 오브젝트 평면에 하나씩이 아니라 가상 관찰자창의 단 하나의 푸리에 변환만을 포함하며, 결과적으로 연산 노력이 상당히 줄어들게 된다.

[0431] 가상 관찰자창 방식의 다른 흥미로운 결과는 주어진 오브젝트 포인트를 재구성하는데 필요한 모든 정보는 홀로그램의 비교적 작은 영역 내에 포함된다는 것인데, 이는 주어진 오브젝트 포인트를 재구성하는 정보가 홀로그램 전체에 걸쳐 분산되어 있는 종래의 홀로그램과는 다른 것이다. 정보를 홀로그램의 실질적으로 더 작은 영역으로 인코딩할 필요가 있기 때문에 그것은 처리하여 인코딩할 필요가 있는 정보량이 종래의 홀로그램보다 훨씬 작다는 것을 의미한다. 또한 이것은 종래의 연산 디바이스(예컨대 대량 판매 시장 디바이스에 적합한 가격과 성능을 가진 종래의 DSP)가 실시간 비디오 홀로그래피에도 이용될 수 있다는 것을 의미한다.

[0432] 그러나 별로 바람직하지 않은 결과도 있다. 첫째, 홀로그램으로부터의 시야 거리가 중요한데, 홀로그램은 눈이 홀로그램의 푸리에 평면에 또는 그 근처에 위치에 있을 때에만 올바른 재구성을 볼 수 있도록 인코딩되고 조명된다. 반면에 보통의 홀로그램에서는 시야 거리는 중요하지 않다. 그러나 이 Z 감도를 줄이거나 이를 중심으로 설계하는 기술은 여러 가지가 있다.

[0433] 또한 홀로그램은 정확한 홀로그래피 재구성은 정확하고 작은 시계 위치에서만(즉, 특히 측방 위치에서 뿐만 아니라 Z 거리에서도) 볼 수 있도록 홀로그램이 인코딩되고 조명되기 때문에 눈 추적이 필요할 수 있다. Z 감도와 마찬가지로 X,Y 감도를 줄이거나 이를 중심으로 설계하는 기술도 여러 가지가 있다. 예컨대 화소 피치가 감소함에 따라(화소 피치는 SLM 제조 기술 발전과 함께 할 것임), 가상 관찰자창 크기는 증가할 것이다. 더욱이(Kinoform 인코딩과 같은) 더욱 효율적인 인코딩 기술을 이용하면 주기 간격의 더 큰 부분이 가상 관찰자창으로서 용이하게 이용될 수 있고, 따라서 가상 관찰자창을 용이하게 증가시킬 수 있다.

[0434] 상기 설명에서는 푸리에 홀로그램을 처리하는 것으로 가정하였다. 가상 관찰자창은 홀로그램의 푸리에 평면 내에, 즉 광원의 영상면 내에 있다. 한 가지 이점으로서 비회절광이 소위 DC 스폿에 집중된다. 이 기술은 가상 관찰자창이 광원의 영상면에 있지 않은 프레넬 홀로그램에도 이용될 수 있다. 그러나 비회절광은 방해가 되는 배경으로서 볼 수 없다는 점에 주의해야 한다. 지적할 다른 점은 "변환"이라는 용어는 광 전파를 기술하는 변환과 동일하거나 유사한 임의의 수학적 또는 연산 기술을 포함하는 것으로 해석되어야 한다는 것이다. 변환은 맥스웰 방정식에 의해 더욱 정확하게 정의되는 물리적 프로세스의 근사일 뿐이지만(프레넬 변환과 푸리에 변환은 2차 근사임), (i) 이 변환들은 미분이 아니라 대수적이므로 연산 효율이 높게 처리될 수 있고, (ii) 광학 시스템에서 정밀하게 구현될 수 있다는 이점을 갖고 있다.

[0435] 더 자세한 설명은 US특허출원 2006-0138711, US2006-0139710 및 US2006-0250671(이들의 내용은 본 명세서에 인용으로 포함됨)에 나와 있다.

[0436] 부록 II

[0437] 설명에 사용된 용어의 용어집

[0438] 컴퓨터 생성 홀로그램

[0439] 컴퓨터 생성 비디오 홀로그램(CGH)는 장면으로부터 계산된 홀로그램이다. CGH는 장면을 재구성하는데 필요한 광파의 진폭과 위상을 표현하는 복소수를 포함할 수 있다. CGH는 예컨대 코히런트 광선 추적에 의해, 장면과 기준파 간의 간섭을 시뮬레이팅함으로써, 또는 푸리에나 프레넬 변환에 의해 계산될 수 있다.

[0440] 인코딩

[0441] 인코딩은 공간 광변조기(예컨대 그 구성 셀, 또는 OASLM과 같은 연속 SLM을 위한 인접 영역)에 비디오 홀로그램의 제어값이 공급되는 절차이다. 일반적으로 홀로그램은 진폭과 위상을 표현하는 복소수를 포함한다.

[0442] 인코딩된 영역

[0443] 인코딩된 영역은 통상적으로 하나의 장면 포인트의 홀로그램 정보가 인코딩되는 비디오 홀로그램의 공간적으로 한정된 영역이다. 이 공간적 한정은 급격한 절단에 의해 또는 가상 관찰자창의 비디오 홀로그램으로의 푸리에 변환에 의해 달성되는 부드러운 전환에 의해 실현될 수 있다.

[0444] 푸리에 변환

[0445] 푸리에 변환은 공간 광변조기의 패필드에서의 광 전파를 계산하는데 이용된다. 파면은 평면파로 기술된다.

[0446] 푸리에 평면

[0447] 푸리에 평면은 공간 광변조기에서의 광분포의 푸리에 변환을 포함한다. 포커싱 렌즈가 없다면 푸리에 평면은 무한대에 있다. 푸리에 평면은 포커싱 렌즈가 공간 광변조기에 가까운 광경로에 있는 경우에는 광원의 영상을 포함하는 평면과 같다.

[0448] 프레넬 변환

[0449] 프레넬 변환은 공간 광변조기의 원거리장에서의 광 전파를 계산하는데 이용된다. 파면은 구면파로 기술된다. 광파의 위상 계수는 측면 좌표에 2차적으로(quadratically) 의존하는 항을 포함한다.

[0450] 절두체

[0451] 가상 절두체는 가상 관찰자창과 SLM 간에 구성되며, SLM 뒤로 확장된다. 장면은 이 절두체 내에서 재구성된다. 재구성된 장면의 크기는 SLM의 주기 간격이 아니라 이 절두체에 의해 제한된다.

[0452] 광시스템

[0453] 광시스템은 레이저와 같은 코히런트 광원이나 LED와 같은 부분 코히런트 광원을 포함할 수 있다. 부분 코히런트 광원의 시간적 공간적 코히런스는 양호한 장면 재구성을 용이하게 하기에 충분해야 한다. 즉 스펙트럼 라인 폭과 발광 표면의 측방 연장이 충분히 작아야 한다.

[0454] 가상 관찰자창(VOW)

[0455] 가상 관찰자창은 재구성된 3D 오브젝트를 볼 수 있는 관찰자면 내의 가상창이다. VOW는 홀로그램의 푸리에 변환이며 오브젝트의 재구성이 여러 개로 보이는 것을 피하기 위해 하나의 주기 간격 내에 위치한다. VOW의 크기는 적어도 눈 동공의 크기이어야 한다. VOW는 적어도 하나의 VOW가 관찰자 추적 시스템을 이용하여 관찰자 눈에 위치된다면 관찰자 움직임의 측방 범위보다 훨씬 작을 수 있다. 이에 따라 해상도가 보통인, 따라서 주기 간격이 작은 SLM을 용이하게 이용할 수 있다. VOW는 재구성된 3D 오브젝트를 볼 수 있는 키홀로 생각할 수 있으며, 각 눈에 대해 하나의 VOW, 또는 양쪽 눈에 대해 하나의 VOW가 있을 수 있다.

[0456] 주기 간격

[0457] *CGH는 개별적으로 주소지정 가능한 셀로 구성된 SLM에 디스플레이되는 경우에는 샘플링된다. 이렇게 샘플링하면 회절 패턴이 주기적으로 반복된다. 주기 간격은 $\lambda D/p$ 이다. 여기서 λ 는 파장, D는 홀로그램에서 푸리에 평면까지의 거리, p는 SLM 셀의 피치이다. 그러나 OASLM은 샘플링을 갖고 있지 않으며, 따라서 회절 패턴의 주기적 반복이 없고, 반복은 실제로는 억제된다.

[0458] 재구성

[0459] 홀로그램으로 인코딩된 조명된 공간 광변조기는 원 광분포를 재구성한다. 이 광분포는 홀로그램을 계산하는데 이용되었다. 이상적으로는 관찰자는 재구성된 광분포를 원 광분포와 구별할 수 없을 것이다. 대부분의 홀로그래픽 디스플레이에서는 장면의 광분포는 재구성된다. 본 발명의 디스플레이에서는 가상 관찰자창에서의 광분포가 재구성된다.

[0460] 장면

[0461] 재구성될 장면은 실제 또는 컴퓨터 생성 3차원 광분포이다. 특수한 경우로서 장면은 2차원 광분포일 수도

있다. 장면은 한 공간에 배열된 여러 가지 고정 또는 움직이는 오브젝트를 구성할 수 있다.

[0462] 공간 광변조기(SLM)

[0463] SLM은 입력광의 파면을 변조하는데 이용된다. 이상적인 SLM은 임의의 복소수를 표현, 즉 광파의 진폭과 위상을 따로따로 제어할 수 있을 것이다. 그러나 통상의 종래 SLM은 진폭과 위상 중 어느 하나만을 제어하며, 이렇게 되면 다른 하나에 영향을 미치는 바람직하지 않는 부작용이 생기게 된다.

[0464] 부록 III

[0465] 개념

[0466] 본 발명에는 ('개념 A-T'로 설명된) 여러 개의 개념이 있다. 다음은 이러한 개념들을 정의하는데 도움이 될 수 있다.

[0467] A. 화소와 동일한 기판상에서 계산을 수행하는 홀로그램 디스플레이

[0468] 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되는 홀로그래픽 디스플레이.

[0469] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부는 공간 광변조기의 화소들 간에 있는 회로를 이용하여 수행된다.

[0470] ● 계산은 디스플레이의 이산적 영역에서 이산적 영역 단위로 수행되어 해당 이산적 영역의 화소를 인코딩한다.

[0471] ● 회로는 박막 트랜지스터를 포함한다.

[0472] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 Si로 구성된다.

[0473] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 연속 그레인 Si로 구성된다.

[0474] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 SiGe로 구성된다.

[0475] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 단결정 Si로 구성된다.

[0476] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 싱글 그레인 Si로 구성된다.

[0477] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 유기 반도체로 구성된다.

[0478] ● 기판은 단결정 Si이다.

[0479] ● 기판은 유리이다.

[0480] ● 실제 공간 영상 데이터만이 디스플레이에 전송된다.

[0481] ● 비디오 프레임율은 적어도 약 25Hz이다.

[0482] ● 영상 데이터는 강도와 깊이맵 데이터로 구성된다.

[0483] ● 홀로그래픽 계산은 실시간 또는 준실시간으로 수행된다.

[0484] ● 홀로그래픽 계산은 탐색표 방식을 이용하여 수행된다.

[0485] ● 서브홀로그램이 연산을 위해 이용된다.

[0486] ● 서브홀로그램들을 합산하기 위한 데이터는 서브홀로그램 치수의 거리에 따라 교환된다.

[0487] ● 홀로그래픽 계산은 전체 디스플레이 표면상에서 균질하게 확장된다.

[0488] ● 홀로그래픽 계산은 디스플레이 표면상에 타일된 클러스터라 불리는 작은 동일한 부분으로 분할된다.

[0489] ● 서브홀로그램들을 합산하기 위한 데이터는 클러스터 치수의 거리에 따라 교환된다.

[0490] ● 홀로그래픽 디스플레이에는 동일한 클러스터들을 함께 타일링하여 구축될 수 있다.

[0491] ● 홀로그래픽 디스플레이는 고해상도 디스플레이이다.

[0492] ● 홀로그래픽 디스플레이는 초고해상도 디스플레이이다.

- [0493] ● 가상 관찰자창은 지름이 눈 동공 지름 이상이다.
- [0494] ● 가상 관찰자창은 지름이 1cm 이상이다.
- [0495] ● 각 눈 또는 각 가상 관찰자창에 대해 깊이맵과 강도맵 한 쌍이 구성된다.
- [0496] ● 단색 영상이 디스플레이된다.
- [0497] ● 컬러 영상이 디스플레이된다.
- [0498] ● 디스플레이된 컬러 영상은 RGB 포맷으로 되어 있다.
- [0499] ● 홀로그램의 화소값을 계산하기 위하여 원영상의 세부분의 값만이 고려된다.
- [0500] ● 재구성에 이용된 광은 디스플레이 전체에 걸쳐 완전히 코히런트하지 않으며, 코히런스는 디스플레이의 세부분 내에 존재한다.
- [0501] ● 홀로그램 데이터를 전송하는데 보다 원 영상 데이터를 전송하는데 더 적은 배선이면 충분하다.
- [0502] ● 데이터 전송 주파수를 감소시키면 행 및 열 드라이버의 전력 소모를 절감하는 이점이 있다.
- [0503] ● 행 및 열 배선에 대해 종래에 요구되었던 화소 면적 중 큰 부분이 다른 목적으로 이용될 수 있다.
- [0504] ● 투명 전극 면적이 증가될 수 있고, 따라서 디스플레이의 투과율이 개선될 수 있다.
- [0505] ● 디스플레이 패널은 종래의 디스플레이 기술을 이용하여 제어될 수 있다.
- [0506] ● 디스플레이는 액정 온 실리콘 기술을 이용하여 제조된다.
- [0507] ● 디스플레이는 MEMS 기술을 이용하여 제조된다.
- [0508] ● 디스플레이는 전계 발광 디스플레이 기술을 이용하여 제조된다.
- [0509] ● 홀로그래픽 변환은 1차원 변환이다.
- [0510] ● 홀로그래픽 변환은 2차원 변환이다.
- [0511] ● 계산된 데이터의 로컬 포워딩을 위한 추가 로직이 존재하며, 이 추가 로직도 원영상을 클러스터로 전송하는데 함께 이용될 수 있으며, 따라서 적어도 일부 전역 행 및 열 배선이 없어도 된다.
- [0512] ● TFT와 같은 리던던트 회로는 장치 기동시에 사용된 회로의 일부가 고장이 나면 이를 대체하는데 사용될 수 있도록 화소 매트릭스 공간에서 제조될 수 있다.
- [0513] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0514] B. 동일 기판상의 계산, 공간 광변조기에 대한 인코딩의 효율적인 계산을 수행하는 홀로그램 디스플레이
- [0515] 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되는 홀로그래픽 디스플레이. 이 경우에 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않음.
- [0516] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부는 공간 광변조기의 화소들 간에 있는 회로를 이용하여 수행된다.
- [0517] ● 계산은 디스플레이의 이산적 영역에서 이산적 영역 단위로 수행되어 해당 이산적 영역의 화소를 인코딩한다.
- [0518] ● 회로는 박막 트랜지스터를 포함한다.
- [0519] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 Si로 구성된다.
- [0520] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 연속 그레인 Si로 구성된다.
- [0521] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 SiGe로 구성된다.
- [0522] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 단결정 Si로 구성된다.
- [0523] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 싱글 그레인 Si로 구성된다.

- [0524] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 유기 반도체로 구성된다.
- [0525] ● 기판은 단결정 Si이다.
- [0526] ● 기판은 유리이다.
- [0527] ● 실제 공간 영상 데이터만이 디스플레이에 전송된다.
- [0528] ● 비디오 프레임율은 적어도 약 25Hz이다.
- [0529] ● 영상 데이터는 강도와 깊이맵 데이터로 구성된다.
- [0530] ● 홀로그래픽 계산은 실시간 또는 준실시간으로 수행된다.
- [0531] ● 홀로그래픽 계산은 탐색표 방식을 이용하여 수행된다.
- [0532] ● 서브홀로그램이 연산을 위해 이용된다.
- [0533] *● 홀로그래픽 계산은 전체 디스플레이 표면상에서 균질하게 확장된다.
- [0534] ● 홀로그래픽 계산은 디스플레이 표면상에 타일된 클러스터라 불리는 작은 동일한 부분으로 분할된다.
- [0535] ● 홀로그래픽 디스플레이에는 고해상도 디스플레이이다.
- [0536] ● 가상 관찰자창은 지름이 눈 동공 지름 이상이다.
- [0537] ● 단색 영상이 디스플레이된다.
- [0538] ● 컬러 영상이 디스플레이된다.
- [0539] ● 홀로그램의 화소값을 계산하기 위하여 원영상의 세부분의 값만이 고려된다.
- [0540] ● 재구성에 이용된 광은 디스플레이 전체에 걸쳐 완전히 코히런트하지 않으며, 코히런스는 디스플레이의 세부분 내에 존재한다.
- [0541] ● 홀로그램 데이터를 전송하는데 보다 원 영상 데이터를 전송하는데 더 적은 배선이면 충분하다.
- [0542] ● 데이터 전송 주파수를 감소시키면 행 및 열 드라이버의 전력 소모를 절감하는 이점이 있다.
- [0543] ● 행 및 열 배선에 대해 종래에 요구되었던 화소 면적 중 큰 부분이 다른 목적으로 이용될 수 있다.
- [0544] ● 투명 전극 면적이 증가될 수 있고, 따라서 디스플레이의 투과율이 개선될 수 있다.
- [0545] ● 디스플레이 패널은 종래의 디스플레이 기술을 이용하여 제어될 수 있다.
- [0546] ● 디스플레이는 액정 온 실리콘 기술을 이용하여 제조된다.
- [0547] ● 디스플레이는 MEMS 기술을 이용하여 제조된다.
- [0548] ● 디스플레이는 전계 발광 디스플레이 기술을 이용하여 제조된다.
- [0549] ● 홀로그래픽 변환은 1차원 변환이다.
- [0550] ● 홀로그래픽 변환은 2차원 변환이다.
- [0551] ● 계산된 데이터의 로컬 포워딩을 위한 추가 로직이 존재하며, 이 추가 로직도 원영상을 클러스터로 전송하는데 함께 이용될 수 있으며, 따라서 적어도 일부 전역 행 및 열 배선이 없어도 된다.
- [0552] ● TFT와 같은 리던던트 회로는 장치 기동시에 사용된 회로의 일부가 고장이 나면 이를 대체하는데 사용될 수 있도록 화소 매트릭스 공간에서 제조될 수 있다.
- [0553] ● 오브젝트로부터 나온 파면이 하나 또는 복수의 가상 관찰자창(VOW)에서 재구성되고, 이 경우에 3차원 장면(3D S)의 각 단일 오브젝트 포인트(OP)의 재구성이 SLM상에서 인코딩될 전체 홀로그램($H\Sigma_{SLM}$)의 서브세트로서의 서브홀로그램(SH)만을 필요로 한다.
- [0554] ● 장면(3D S)을 복수의 오브젝트 포인트(OP)로 이산화한 후에, 3D 장면의 각 가시 오브젝트 포인트(OP)에 대해 서 렌즈 서브홀로그램(SH_L)의 복소값이 SLM에서 인코딩되는데, 이 경우에 렌즈 서브홀로그램의 복소값은 공식

$z_L = \exp\{-i * [\pi / \lambda f] * (x^2 + y^2)\}$ 를 이용하여 결정되며, 이 공식에서 λ 는 광학적 기준파장이고, f 는 초점 거리이고, x 와 y 는 서브홀로그램 평면에서의 직교 좌표이다.

[0555] ● 프리즘의 서브홀로그램(SH_p)은 가상 관찰자창을 광축으로 멀어지도록 이동시키기 위하여 홀로그램 평면(HE) 내에서 결정된다.

[0556] ● 렌즈와 프리즘의 서브홀로그램들은 컨볼루션되어 $S_H = SH_L * SH_p$ 로서 기호적으로 표현될 수 있다.

[0557] ● 각 서브홀로그램(SH)은 균일하게 분포된 위상 시프트로 변조되는데, 이 경우에 위상 시프트는 서브홀로그램마다 다르다.

[0558] ● 서브홀로그램들은 전체 홀로그램을 구성하기 위해 합산된다.

[0559] ● 실시간 또는 준실시간으로 변하는 재구성을 위한 컴퓨터 생성 홀로그램의 표현.

[0560] ● 홀로그래픽 계산에 탐색표가 이용된다.

[0561] ● 오브젝트 포인트는 재구성 절두체 내의 임의의 위치에서 생성될 수 있다.

[0562] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.

[0563] C. 동일 기판상의 압축해제 계산을 수행하는 홀로그램 디스플레이

홀로그램 인코딩 데이터가 화소 매트릭스가 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 그 다음, 이 홀로그램 인코딩 데이터는 공자의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 디스플레이 기판상의 회로로 전송되고, 이 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행하는 홀로그래픽 디스플레이.

[0565] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부는 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행된다.

[0566] ● 회로는 박막 트랜지스터를 포함한다.

[0567] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 Si로 구성된다.

[0568] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 연속 그레인 Si로 구성된다.

[0569] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 SiGe로 구성된다.

[0570] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 단결정 Si로 구성된다.

[0571] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 싱글 그레인 Si로 구성된다.

[0572] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 유기 반도체로 구성된다.

[0573] ● 기판은 단결정 Si이다.

[0574] ● 기판은 유리이다.

[0575] ● 비디오 프레임율은 적어도 약 25Hz이다.

[0576] ● 영상 데이터는 강도와 깊이맵 데이터로 구성된다.

[0577] ● 홀로그래픽 계산은 실시간 또는 준실시간으로 수행된다.

[0578] ● 홀로그래픽 계산은 탐색표 방식을 이용하여 수행된다.

[0579] ● 서브홀로그램이 연산을 위해 이용된다.

[0580] ● 홀로그래픽 디스플레이는 고해상도 디스플레이이다.

[0581] ● 가상 관찰자창은 지름이 눈 동공 지름 이상이다.

[0582] ● 단색 영상이 디스플레이된다.

[0583] ● 컬러 영상이 디스플레이된다.

[0584] ● 홀로그램의 화소값을 계산하기 위하여 원영상의 세부분의 값만이 고려된다.

- [0585] ● 재구성에 이용된 광은 디스플레이 전체에 걸쳐 완전히 코히런트하지 않으며, 코히런스는 디스플레이의 세부 분 내에 존재한다.
- [0586] ● 데이터 전송 주파수를 감소시키면 행 및 열 드라이버의 전력 소모를 절감하는 이점이 있다.
- [0587] ● 행 및 열 배선에 대해 종래에 요구되었던 화소 면적 중 큰 부분이 다른 목적으로 이용될 수 있다.
- [0588] ● 투명 전극 면적이 증가될 수 있고, 따라서 디스플레이의 투과율이 개선될 수 있다.
- [0589] ● 디스플레이 패널은 종래의 디스플레이 기술을 이용하여 제어될 수 있다.
- [0590] ● 디스플레이에는 액정 온 실리콘 기술을 이용하여 제조된다.
- [0591] ● 디스플레이에는 MEMS 기술을 이용하여 제조된다.
- [0592] ● 디스플레이에는 전계 발광 디스플레이 기술을 이용하여 제조된다.
- [0593] ● 홀로그래픽 변환은 1차원 변환이다.
- [0594] ● 홀로그래픽 변환은 2차원 변환이다.
- [0595] ● TFT와 같은 리더던트 회로는 장치 기동시에 사용된 회로의 일부가 고장이 나면 이를 대체하는데 사용될 수 있도록 화소 매트릭스 공간에서 제조될 수 있다.
- [0596] ● 오브젝트로부터 나온 파면이 하나 또는 복수의 가상 관찰자창(VOW)에서 재구성되고, 이 경우에 3차원 장면(3D S)의 각 단일 오브젝트 포인트(OP)의 재구성이 SLM상에서 인코딩될 전체 홀로그램($H\Sigma_{SLM}$)의 서브세트로서의 서브홀로그램(SH)만을 필요로 한다.
- [0597] ● 장면(3D S)을 복수의 오브젝트 포인트(OP)로 이산화한 후에, 3D 장면의 각 가시 오브젝트 포인트(OP)에 대해서 렌즈 서브홀로그램(SH_L)의 복소값이 SLM에서 인코딩되는데, 이 경우에 렌즈 서브홀로그램의 복소값은 공식 $z_L = \exp\{-i * [\pi / \lambda f] * (x^2 + y^2)\}$ 를 이용하여 결정되며, 이 공식에서 λ 는 광학적 기준파장이고, f 는 초점 거리이고, x 와 y 는 서브홀로그램 평면에서의 직교 좌표이다.
- [0598] ● 프리즘의 서브홀로그램(SH_p)은 가상 관찰자창을 광축으로 멀어지도록 이동시키기 위하여 홀로그램 평면(HE) 내에서 결정된다.
- [0599] ● 렌즈와 프리즘의 서브홀로그램들은 컨볼루션되어 $S_H = SH_L * SH_p$ 로서 기호적으로 표현될 수 있다.
- [0600] ● 홀로그래픽 계산이 수행되는 공간은 디스플레이 기판과 동일한 기판상에 있을 수도 있지 않을 수도 있다.
- [0601] ● 압축해제 계산이 수행되는 회로는 디스플레이 화소들 간에 위치한다.
- [0602] ● 압축해제 계산이 수행되는 회로는 동일 기판상이지만 디스플레이의 화소 매트릭스 밖에 위치한다.
- [0603] ● 클러스터는 압축해제 계산을 수행한다.
- [0604] ● 압축해제 계산을 위한 클러스터는 디스플레이의 행 및 열 배선을 통해 데이터를 수신한다.
- [0605] ● 압축해제 계산을 위한 클러스터는 병렬 데이터 버스를 통해 데이터를 수신한다.
- [0606] ● 압축해제 계산을 위한 클러스터는 직렬 데이터 접속부를 통해 데이터를 수신한다.
- [0607] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0608] D. 동일 기판상의 압축해제 계산을 수행하는 고해상도 디스플레이
고해상 영상 데이터가 디스플레이되는 고해상도 디스플레이. 이 경우에는 먼저 이 데이터는 공지의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 디스플레이 기판상의 회로로 전송되고, 이 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행하고, 이어서 이 데이터는 디스플레이 화소에 디스플레이된다.
- [0609] ● 압축해제 회로는 디스플레이의 화소들 간에 위치한다.
- [0610] ● 압축해제 회로는 디스플레이의 화소 매트릭스 밖이지만 디스플레이와 동일한 기판상에 위치한다.
- [0611] ● 압축된 데이터는 전체 디스플레이의 일부인 디스플레이 클러스터로 전송되고, 이 클러스터는 수신된 데이터

를 압축해제하는 기능을 수행한 다음에 이 데이터를 로컬 클러스터의 화소에 디스플레이한다.

[0613] ● 통상의 디스플레이 데이터가 디스플레이된다.

[0614] ● 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 디스플레이된다.

[0615] ● 압축 계산이 수행되는 공간은 디스플레이 기판과 동일한 기판상에 있을 수도 있지 않을 수도 있다.

[0616] ● 압축해제 계산을 위한 클러스터는 디스플레이의 행 및 열 배선을 통해 데이터를 수신한다.

[0617] ● 압축해제 계산을 위한 클러스터는 병렬 데이터 버스를 통해 데이터를 수신한다.

[0618] ● 압축해제 계산을 위한 클러스터는 직렬 데이터 접속부를 통해 데이터를 수신한다.

[0619] ● 초고해상도 디스플레이임

[0620] ● 압축해제는 각 클러스터에 의해 40ms 이하 내에서 수행된다.

[0621] ● 홀로그래픽 영상 계산은 압축해제 후에 수행된다.

[0622] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부는 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행된다.

[0623] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되며, 이 경우에 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않음.

[0624] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부는 공간 광변조기의 화소들 간에 있는 회로를 이용하여 수행된다.

[0625] ● 계산은 디스플레이의 이산적 영역에서 이산적 영역 단위로 수행되어 해당 이산적 영역의 화소를 인코딩한다.

[0626] ● 회로는 박막 트랜지스터를 포함한다.

[0627] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 Si로 구성된다.

[0628] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 연속 그레인 Si로 구성된다.

[0629] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 SiGe로 구성된다.

[0630] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 단결정 Si로 구성된다.

[0631] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 싱글 그레인 Si로 구성된다.

[0632] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 유기 반도체로 구성된다.

[0633] ● 기판은 단결정 Si이다.

[0634] ● 기판은 유리이다.

[0635] ● 비디오 프레임율은 적어도 약 25Hz이다.

[0636] ● 실제 공간 영상 데이터만이 디스플레이로 전송된다.

[0637] ● 영상 데이터는 강도와 깊이맵 데이터로 구성된다.

[0638] ● 홀로그래픽 계산은 실시간 또는 준실시간으로 수행된다.

[0639] ● 홀로그래픽 계산은 탐색표 방식을 이용하여 수행된다.

[0640] ● 서브홀로그램이 연산을 위해 이용된다.

[0641] *● 디스플레이의 액정 온 실리콘 기술을 이용하여 제조된다.

[0642] ● 디스플레이의 MEMS 기술을 이용하여 제조된다.

[0643] ● 디스플레이의 전계 발광 디스플레이 기술을 이용하여 제조된다.

[0644] ● 고해상도 디스플레이를 이용하는 방법.

- [0645] E. 동일 기판상의 계산을 수행하며, 홀로그래픽 변환과 인코딩을 위한 부가 프로세싱 유닛을 포함하여 그래픽 서브시스템을 위한 확장형 3D 렌더링 파이프라인을 가진 홀로그램 디스플레이
- [0646] 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가, 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인이 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가적인 처리 유닛을 포함하도록, 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되는 홀로그래픽 디스플레이.
- [0647] ● 홀로그래픽 계산은 디스플레이의 화소들 간에 있는 회로를 이용하여 수행된다.
- [0648] ● 홀로그래픽 계산은 디스플레이의 화소 매트릭스 밖에 있으나 디스플레이의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행된다.
- [0649] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되며, 이 경우에 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않음.
- [0650] ● 계산은 디스플레이의 이산적 영역에서 이산적 영역 단위로 수행되어 해당 이산적 영역의 화소를 인코딩한다.
- [0651] ● 회로는 박막 트랜지스터를 포함한다.
- [0652] ● 비디오 프레임율은 적어도 약 25Hz이다.
- [0653] ● 실제 공간 영상 데이터만이 디스플레이에 전송된다.
- [0654] ● 영상 데이터는 강도와 깊이맵 데이터로 구성된다.
- [0655] ● 홀로그래픽 계산은 실시간 또는 준실시간으로 수행된다.
- [0656] ● 홀로그래픽 계산은 탐색표 방식을 이용하여 수행된다.
- [0657] ● 서브홀로그램이 연산을 위해 이용된다.
- [0658] ● 홀로그래픽 연산은 전체 디스플레이 표면상에서 균질하게 확장된다.
- [0659] ● 홀로그래픽 연산은 디스플레이 표면상에 타일된 클러스터라 불리는 작은 동일한 부분으로 분할된다.
- [0660] ● 홀로그래픽 디스플레이는 고해상도 디스플레이이다.
- [0661] ● 가상 관찰자창은 지름이 눈 동공 지름 이상이다.
- [0662] ● 단색 영상이 디스플레이된다.
- [0663] ● 컬러 영상이 디스플레이된다.
- [0664] ● 홀로그램의 화소값을 계산하기 위하여 원영상의 세부분의 값만이 고려된다.
- [0665] ● 재구성에 이용된 광은 디스플레이 전체에 걸쳐 완전히 코히런트하지 않으며, 코히런스는 디스플레이의 세부분 내에 존재한다.
- [0666] ● 홀로그래픽 변환은 1차원 변환이다.
- [0667] ● 홀로그래픽 변환은 2차원 변환이다.
- [0668] ● TFT와 같은 리던던트 회로는 장치 기동시에 사용된 회로의 일부가 고장이 나면 이를 대체하는데 사용될 수 있도록 화소 매트릭스 공간에서 제조될 수 있다.
- [0669] ● 오브젝트로부터 나온 파면이 하나 또는 복수의 가상 관찰자창(VOW)에서 재구성되고, 이 경우에 3차원 장면(3D S)의 각 단일 오브젝트 포인트(OP)의 재구성이 SLM상에서 인코딩될 전체 홀로그램($H\Sigma_{SLM}$)의 서브세트로서의 서브홀로그램(SH)만을 필요로 한다.
- [0670] ● 장면(3D S)을 복수의 오브젝트 포인트(OP)로 이산화한 후에, 3D 장면의 각 가시 오브젝트 포인트(OP)에 대해서 렌즈 서브홀로그램(SH_L)의 복소값이 SLM에서 인코딩되는데, 이 경우에 렌즈 서브홀로그램의 복소값은 공식 $z_L = \exp\{-i * [\pi / \lambda f] * (x^2 + y^2)\}$ 를 이용하여 결정되며, 이 공식에서 λ 는 광학적 기준파장이고, f 는 초점 거리이고, x 와 y 는 서브홀로그램 평면에서의 직교 좌표이다.

- [0671] ● 프리즘의 서브홀로그램(SH_p)은 가상 관찰자창을 광축으로 멀어지도록 이동시키기 위하여 홀로그램 평면(HE) 내에서 결정된다.
- [0672] ● 렌즈와 프리즘의 서브홀로그램들은 컨볼루션되어 $SH = SH_L * SH_p$ 로서 기호적으로 표현될 수 있다.
- [0673] ● 각 서브홀로그램(SH)은 균일하게 분포된 위상 시프트로 변조되는데, 이 경우에 위상 시프트는 서브홀로그램마다 다르다.
- [0674] ● 서브홀로그램들은 전체 홀로그램을 구성하기 위해 합산된다.
- [0675] ● 실시간 또는 준실시간으로 변하는 재구성을 위한 컴퓨터 생성 홀로그램의 표현.
- [0676] ● 홀로그래픽 계산에 탐색표가 이용된다.
- [0677] ● 오브젝트 포인트는 재구성 절두체 내의 임의의 위치에서 생성될 수 있다.
- [0678] ● 제1 디스플레이 파장을 위한 Z맵은 제2 및 제3 디스플레이 파장을 위해 2번 카피된다.
- [0679] ● 홀로그램은 3개의 디스플레이 파장 각각에 대해 동시에 계산된다.
- [0680] ● 3개의 색에 대한 컬러맵 RGB 내용은 3개의 색성분에의 독립적인 액세스를 보장하기 위하여 독립적인 메모리 부에 카피된다.
- [0681] ● 각 디스플레이 색에 대한 렌즈 함수와 프리즘 함수는 복소곱된다.
- [0682] ● 디스플레이의 각 클러스터에 대해 랜덤 위상이 적용된다.
- [0683] ● 계산된 SLM 인코딩은 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에서 추가 알고리즘을 이용하여 후속 처리된다.
- [0684] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0685] F. 동일 기판상의 계산을 수행하며, 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통한 3차원 공간에서의 포인트의 순차적 홀로그래픽 변환을 수행하는 홀로그램 디스플레이
공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가, 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환이 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인 확장을 통해 수행되도록, 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되는 홀로그래픽 디스플레이.
- [0687] ● 홀로그래픽 계산은 디스플레이의 화소들 간에 있는 회로를 이용하여 수행된다.
- [0688] ● 홀로그래픽 계산은 디스플레이의 화소 매트릭스 밖에 있으나 디스플레이의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행된다.
- [0689] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되며, 이 경우에 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않음.
- [0690] ● 계산은 디스플레이의 이산적 영역에서 이산적 영역 단위로 수행되어 해당 이산적 영역의 화소를 인코딩한다.
- [0691] ● 회로는 박막 트랜지스터를 포함한다.
- [0692] ● 비디오 프레임율은 적어도 약 25Hz이다.
- [0693] ● 실제 공간 영상 데이터만이 디스플레이에 전송된다.
- [0694] ● 영상 데이터는 강도와 깊이맵 데이터로 구성된다.
- [0695] ● 홀로그래픽 계산은 실시간 또는 준실시간으로 수행된다.
- [0696] ● 홀로그래픽 계산은 탐색표 방식을 이용하여 수행된다.
- [0697] ● 서브홀로그램이 연산을 위해 이용된다.
- [0698] ● 홀로그래픽 연산은 전체 디스플레이 표면상에서 균질하게 확장된다.
- [0699] ● 홀로그래픽 연산은 디스플레이 표면상에 타일된 클러스터라 불리는 작은 동일한 부분으로 분할된다.

- [0700] ● 홀로그래픽 디스플레이의 고해상도 디스플레이이다.
- [0701] ● 가장 관찰자창은 지름이 눈 동공 지름 이상이다.
- [0702] ● 단색 영상이 디스플레이된다.
- [0703] ● 컬러 영상이 디스플레이된다.
- [0704] ● 홀로그램의 화소값을 계산하기 위하여 원영상의 세부분의 값만이 고려된다.
- [0705] ● 재구성에 이용된 광은 디스플레이 전체에 걸쳐 완전히 코하런트하지 않으며, 코하런스는 디스플레이의 세부분 내에 존재한다.
- [0706] ● 홀로그래픽 변환은 1차원 변환이다.
- [0707] ● 홀로그래픽 변환은 2차원 변환이다.
- [0708] ● TFT와 같은 리던던트 회로는 장치 기동시에 사용된 회로의 일부가 고장이 나면 이를 대체하는데 사용될 수 있도록 화소 매트릭스 공간에서 제조될 수 있다.
- [0709] ● 오브젝트로부터 나온 파면이 하나 또는 복수의 가장 관찰자창(VOW)에서 재구성되고, 이 경우에 3차원 장면(3D S)의 각 단일 오브젝트 포인트(OP)의 재구성이 SLM상에서 인코딩될 전체 홀로그램($H\Sigma_{SLM}$)의 서브세트로서의 서브홀로그램(SH)만을 필요로 한다.
- [0710] ● 장면(3D S)을 복수의 오브젝트 포인트(OP)로 이산화한 후에, 3D 장면의 각 가시 오브젝트 포인트(OP)에 대해서 렌즈 서브홀로그램(SH_L)의 복소값이 SLM에서 인코딩되는데, 이 경우에 렌즈 서브홀로그램의 복소값은 공식 $z_L = \exp\{-i * [\pi / \lambda f] * (x^2 + y^2)\}$ 를 이용하여 결정되며, 이 공식에서 λ 는 광학적 기준파장이고, f 는 초점 거리이고, x 와 y 는 서브홀로그램 평면에서의 직교 좌표이다.
- [0711] ● 프리즘의 서브홀로그램(SH_P)은 가장 관찰자창을 광축으로 멀어지도록 이동시키기 위하여 홀로그램 평면(HE) 내에서 결정된다.
- [0712] ● 렌즈와 프리즘의 서브홀로그램들은 컨볼루션되어 $S_H = SH_L * SH_P$ 로서 기호적으로 표현될 수 있다.
- [0713] ● 각 서브홀로그램(SH)은 균일하게 분포된 위상 시프트로 변조되는데, 이 경우에 위상 시프트는 서브홀로그램마다 다르다.
- [0714] ● 서브홀로그램들은 전체 홀로그램을 구성하기 위해 합산된다.
- [0715] ● 실시간 또는 준실시간으로 변하는 재구성을 위한 컴퓨터 생성 홀로그램의 표현.
- [0716] ● 홀로그래픽 계산에 탐색표가 이용된다.
- [0717] ● 오브젝트 포인트는 재구성 절두체 내의 임의의 위치에서 생성될 수 있다.
- [0718] ● 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가 처리 유닛을 포함한다.
- [0719] ● 제1 디스플레이 파장을 위한 Z맵은 제2 및 제3 디스플레이 파장을 위해 2번 카피된다.
- [0720] ● 홀로그램은 3개의 디스플레이 파장 각각에 대해 동시에 계산된다.
- [0721] ● 3개의 색에 대한 컬러맵 RGB 내용은 3개의 색성분에의 독립적인 액세스를 보장하기 위하여 독립적인 메모리 부에 카피된다.
- [0722] ● 각 디스플레이 색에 대한 렌즈 함수와 프리즘 함수는 복소곱된다.
- [0723] ● 디스플레이의 각 클러스터에 대해 랜덤 위상이 적용된다.
- [0724] ● 계산된 SLM 인코딩은 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에서 추가 알고리즘을 이용하여 후속 처리된다.
- [0725] ● 홀로그래픽 계산은 컬러맵과 Z 버퍼 전체를 얻기 전에 시작할 수 있다.
- [0726] ● 각 서브홀로그램에 대한 홀로그래픽 계산을 수행하는데 필요한 시간은 1 프레임 시간 주기보다 작다.

- [0727] ● 각 서브홀로그램에 대한 홀로그래픽 계산을 수행하는데 필요한 시간은 17ms 이하이다.
- [0728] ● 군사적 용도에 이용됨
- [0729] ● 디스플레이의 각 클러스터는 디스플레이하는 서브홀로그램의 인코딩을 저장하는 각자의 탐색표를 갖고 있다.
- [0730] ● LUT로부터 SH의 내용을 읽어낸 후에는 현재 디스플레이된 SH(SH_{n-1})와 새로운 SH(SH_n) 간의 차이가 계산된다.
- [0731] ● 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통해 수행되는 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환은 특정 형태의 SLM에 한정되지 않는다.
- [0732] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0733] G. 동일 기판상에 계산을 수행하며, 홀로그래픽 디스플레이의 랜덤 어드레싱을 수행하는 홀로그램 디스플레이
- [0734] 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가, 홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터가 연속한 실제 공간 영상 프레임들간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 서브홀로그램 차 데이터 및 디스플레이 메모리 위치 데이터 형태로 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송되도록, 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되는 홀로그래픽 디스플레이.
- [0735] ● 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환은 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통해 수행된다.
- [0736] ● 홀로그래픽 계산은 디스플레이의 화소들 간에 있는 회로를 이용하여 수행된다.
- [0737] *● 홀로그래픽 계산은 디스플레이의 화소 매트릭스 밖에 있으나 디스플레이의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행된다.
- [0738] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되며, 이 경우에 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않음.
- [0739] ● 계산은 디스플레이의 이산적 영역에서 이산적 영역 단위로 수행되어 해당 이산적 영역의 화소를 인코딩한다.
- [0740] ● 회로는 박막 트랜지스터를 포함한다.
- [0741] ● 비디오 프레임율은 적어도 약 25Hz이다.
- [0742] ● 실제 공간 영상 데이터만이 디스플레이에 전송된다.
- [0743] ● 영상 데이터는 강도와 깊이맵 데이터로 구성된다.
- [0744] ● 홀로그래픽 계산은 실시간 또는 준실시간으로 수행된다.
- [0745] ● 홀로그래픽 계산은 탐색표 방식을 이용하여 수행된다.
- [0746] ● 서브홀로그램이 디스플레이된다.
- [0747] ● 홀로그래픽 연산은 전체 디스플레이 표면상에서 균질하게 확장된다.
- [0748] ● 홀로그래픽 연산은 디스플레이 표면상에 타일된 클러스터라 불리는 작은 동일한 부분으로 분할된다.
- [0749] ● 홀로그래픽 디스플레이의 고해상도 디스플레이이다.
- [0750] ● 가상 관찰자창은 지름이 눈 동공 지름 이상이다.
- [0751] ● 단색 영상이 디스플레이된다.
- [0752] ● 컬러 영상이 디스플레이된다.
- [0753] ● 홀로그램의 화소값을 계산하기 위하여 원영상의 세부분의 값만이 고려된다.
- [0754] ● 재구성에 이용된 광은 디스플레이 전체에 걸쳐 완전히 코히런트하지 않으며, 코히런스는 디스플레이의 세부분 내에 존재한다.
- [0755] ● 홀로그래픽 변환은 1차원 변환이다.

- [0756] ● 홀로그래픽 변환은 2차원 변환이다.
- [0757] ● TFT와 같은 리던던트 회로는 장치 기동시에 사용된 회로의 일부가 고장이 나면 이를 대체하는데 사용될 수 있도록 화소 매트릭스 공간에서 제조될 수 있다.
- [0758] ● 오브젝트로부터 나온 파면이 하나 또는 복수의 가상 관찰자창(VOW)에서 재구성되고, 이 경우에 3차원 장면(3D S)의 각 단일 오브젝트 포인트(OP)의 재구성이 SLM상에서 인코딩될 전체 홀로그램($H\Sigma_{SLM}$)의 서브세트로서의 서브홀로그램(SH)만을 필요로 한다.
- [0759] ● 장면(3D S)을 복수의 오브젝트 포인트(OP)로 이산화한 후에, 3D 장면의 각 가시 오브젝트 포인트(OP)에 대해서 렌즈 서브홀로그램(SH_L)의 복소값이 SLM에서 인코딩되는데, 이 경우에 렌즈 서브홀로그램의 복소값은 공식 $z_L = \exp\{-i * [\pi / \lambda f] * (x^2 + y^2)\}$ 를 이용하여 결정되며, 이 공식에서 λ 는 광학적 기준파장이고, f 는 초점 거리이고, x 와 y 는 서브홀로그램 평면에서의 직교 좌표이다.
- [0760] ● 프리즘의 서브홀로그램(SH_P)은 가상 관찰자창을 광축으로 멀어지도록 이동시키기 위하여 홀로그램 평면(HE) 내에서 결정된다.
- [0761] ● 렌즈와 프리즘의 서브홀로그램들은 컨볼루션되어 $S_H = SH_L * SH_P$ 로서 기호적으로 표현될 수 있다.
- [0762] ● 각 서브홀로그램(SH)은 균일하게 분포된 위상 시프트로 변조되는데, 이 경우에 위상 시프트는 서브홀로그램마다 다르다.
- [0763] ● 서브홀로그램들은 전체 홀로그램을 구성하기 위해 합산된다.
- [0764] ● 실시간 또는 준실시간으로 변하는 재구성을 위한 컴퓨터 생성 홀로그램의 표현.
- [0765] ● 오브젝트 포인트는 재구성 절두체 내의 임의의 위치에서 생성될 수 있다.
- [0766] ● 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가 처리 유닛을 포함한다.
- [0767] ● 제1 디스플레이 파장을 위한 Z맵은 제2 및 제3 디스플레이 파장을 위해 2번 카피된다.
- [0768] ● 홀로그램은 3개의 디스플레이 파장 각각에 대해 동시에 계산된다.
- [0769] ● 3개의 색에 대한 컬러맵 RGB 내용은 3개의 색성분에의 독립적인 액세스를 보장하기 위하여 독립적인 메모리 부에 카피된다.
- [0770] ● 각 디스플레이 색에 대한 렌즈 함수와 프리즘 함수는 복소곱된다.
- [0771] ● 디스플레이의 각 클러스터에 대해 랜덤 위상이 적용된다.
- [0772] ● 계산된 SLM 인코딩은 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에서 추가 알고리즘을 이용하여 후속 처리된다.
- [0773] ● 군사적 용도에 이용됨
- [0774] ● 영상 차 데이터는 홀로그래픽 계산 유닛에 의해 수신된다.
- [0775] ● 주어진 클러스터에서 연속한 프레임의 디스플레이 데이터들 간에 차이가 없거나 무시할 수 있는 정도면, 클러스터에 데이터를 보낼 필요가 없다.
- [0776] ● 각 홀로그래픽 변환 유닛에는 SLM에서 인코딩되는 재구성 포인트 또는 포인트들에 관련된 3D 차이 포인트 영상 데이터가 보내진다.
- [0777] ● 각 홀로그래픽 디스플레이 클러스터 내에는 계산된 홀로그램 디스플레이 데이터를 서브홀로그램 데이터와 크기 및 위치 정보로 분리하는 분리기가 있는데, 이 경우에 두 개의 후자값은 RAM 내의 서브홀로그램의 어드레스 범위를 연산하는데 이용될 수 있으며, 따라서 서브홀로그램(SH 또는 SH_D)의 데이터는 클러스터 내의 올바른 SLM 셀에 기록된다.
- [0778] ● 새로운 SH 또는 SH_D 만이 입력측에 기록되고, 출력측에는 전체 메모리가 라인 단위로 읽어지고 정보가 SLM에 기록되는 경우에는 특수한 RAM(random access memory)이 이용된다.

- [0779] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0780] H. 화소 공간에서 연산 기능을 가진 디스플레이
- [0781] 디스플레이 화소와 동일한 기판상에 배치된 회로에 의해 연산 기능이 수행되는 디스플레이
- [0782] ● 연산 기능은 디스플레이 화소들 사이에 있는 회로에 의해 수행된다.
- [0783] ● 연산 기능은 화소 매트릭스 밖에 있으나 디스플레이와 동일한 기판상에 있는 회로에 의해 수행된다.
- [0784] ● 디스플레이상에 데이터를 디스플레이하는데 있어 자연은 디스플레이 화소와 동일한 기판상에 배치된 회로에 의해 수행되는 연산 기능이 그 밖의 장소에서 수행된 경우보다 작다.
- [0785] ● 연산은 그래픽 연산이다.
- [0786] ● 고속 게임기의 일부이다.
- [0787] ● 군사적 용도에 이용된다.
- [0788] ● 계산은 디스플레이의 이산적 영역에서 이산적 영역 단위로 수행되어 해당 이산적 영역의 화소를 인코딩한다.
- [0789] ● 회로는 박막 트랜지스터를 포함한다.
- [0790] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 Si로 구성된다.
- [0791] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 연속 그레인 Si로 구성된다.
- [0792] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 다결정 SiGe로 구성된다.
- [0793] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 단결정 Si로 구성된다.
- [0794] ● 회로의 적어도 일부의 활성 영역은 싱글 그레인 Si로 구성된다.
- [0795] ● 영상 데이터 프레임율은 적어도 약 25Hz이다.
- [0796] ● 연산은 병렬 연산일 수 있으며, 디스플레이 표면상에 타일된 클러스터라 불리는 작은 동일한 부분으로 분할된다.
- [0797] ● 디스플레이는 동일한 클러스터들을 함께 타일링하여 구축될 수 있다.
- [0798] ● 디스플레이는 고해상도 디스플레이이다.
- [0799] ● 디스플레이는 초고해상도 디스플레이이다.
- [0800] ● 컬러 영상이 디스플레이된다.
- [0801] ● 디스플레이된 컬러 영상은 RGB 포맷으로 되어 있다.
- [0802] ● 디스플레이는 액정 온 실리콘 기술을 이용하여 제조된다.
- [0803] ● 계산된 데이터의 로컬 포워딩을 위한 추가 로직이 존재하며, 이 추가 로직도 원영상을 클러스터로 전송하는데 함께 이용될 수 있으며, 따라서 적어도 일부 전역 행 및 열 배선이 없어도 된다.
- [0804] ● 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0805] I. 어플루전
- [0806] 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되고, 이를 위해 가상 관찰자창에 더 가까운 오브젝트 포인트가 동일한 시선을 따라 가상 관찰자창으로부터 더 멀리 떨어진 오브젝트 포인트를 가리도록 하는 홀로그래픽 디스플레이.
- [0807] ● 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않는다.
- [0808] ● 홀로그램 인코딩 데이터가 화소 매트릭스가 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 그 다음, 이 홀로그램 인코딩 데이터는 공지의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 디스플레이 기판상의 회로로 전송되고, 이 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행한다.
- [0809] ● 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가 처리 유닛을

포함한다.

- 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환은 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통해 수행된다.

- 홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터가 연속한 실제 공간 영상 프레임들 간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 서브홀로그램 차 데이터 및 디스플레이 메모리 위치 데이터 형태로 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송된다.

- 어클루전은 화소 매트릭스와 동일한 기판상에 존재하는 회로에 의해 수행되는 연산을 이용하여 구현된다.

- 어클루전은 디스플레이 화소들 간에 존재하는 회로에 의해 수행되는 연산을 이용하여 구현된다.

- 가장 관찰자창은 지름이 눈 동공 지름 이상이다.

- VOW는 2 또는 그 이상의 세그먼트로 분할된다.

- 각 VOW 세그먼트의 크기는 인간의 눈 동공 크기와 거의 같다.

- 각 VOW 세그먼트는 다른 서브홀로그램에 의해 인코딩된다.

- 어클루전은 깊이맵과 강도맵이 구성되는 단계에서 수행된다.

- 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.

J. 그래픽 카드 기능

공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되고, 그래픽 카드 기능은 디스플레이 화소와 동일한 기판상의 회로를 이용하여 구현되는 홀로그래픽 디스플레이.

- 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않는다.

- 홀로그램 인코딩 데이터가 화소 매트릭스가 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 그 다음, 이 홀로그램 인코딩 데이터는 공지의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 디스플레이 기판상의 회로로 전송되고, 이 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행한다.

- 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가 처리 유닛을 포함한다.

- 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환은 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통해 수행된다.

- 홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터가 연속한 실제 공간 영상 프레임들 간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 서브홀로그램 차 데이터 및 디스플레이 메모리 위치 데이터 형태로 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송된다.

- 그래픽 카드 기능은 디스플레이 화소들 간의 회로를 이용하여 구현된다.

- 그래픽 카드 기능은 화소 매트릭스 밖에 있는 회로를 이용하여 구현된다.

- 그래픽 카드 기능은 텍스쳐 맵핑을 포함한다.

- 그래픽 카드 기능은 다각형 렌더링을 포함한다.

- 그래픽 카드 기능은 꼭지점을 서로 다른 좌표계로 변환하는 것을 포함한다.

- 그래픽 카드 기능은 프로그래머블 세이더를 포함한다.

- 그래픽 카드 기능은 얼라이싱을 감소시키는 오버샘플링 및 보간 기술을 포함한다.

- 그래픽 카드 기능은 초고정밀 색공간을 포함한다.

- 그래픽 카드 기능은 2D 가속 계산 기능을 포함한다.

- 그래픽 카드 기능은 프레임 버퍼 기능을 포함한다.

- [0837] ● 그래픽 카드 기능은 MPEG(Moving Picture Experts Group) 원형을 포함한다.
- [0838] ● 그래픽 카드 기능은 행렬 및 벡터 연산과 관련된 연산을 수행하는 것을 포함한다.
- [0839] ● 그래픽 카드 기능은 화소 매트릭스와 동일한 기판상의 TFT에 의해 구현된 3D 렌더링 파이프라인을 이용하는 것을 포함한다.
- [0840] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0841] K. 2D-3D 변환
- [0842] 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되고, 2D-3D 영상 변환이 구현되는 홀로그래픽 디스플레이.
- [0843] ● 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않는다.
- [0844] ● 홀로그램 인코딩 데이터가 화소 매트릭스가 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 그 다음, 이 홀로그램 인코딩 데이터는 공지의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 디스플레이 기판상의 회로로 전송되고, 이 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행한다.
- [0845] ● 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가 처리 유닛을 포함한다.
- [0846] ● 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환은 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통해 수행된다.
- [0847] ● 홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터가 연속한 실제 공간 영상 프레임들 간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 서브홀로그램 차 데이터 및 디스플레이 메모리 위치 데이터 형태로 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송된다.
- [0848] ● 2D-3D 영상 변환은 디스플레이 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 구현된다.
- [0849] ● 2D-3D 영상 변환은 디스플레이 화소와 동일한 기판상에 있지 않은 회로를 이용하여 구현된다.
- [0850] ● 2D-3D 영상 변환은 디스플레이 화소들 간에 있는 회로를 이용하여 구현된다.
- [0851] ● 2D-3D 영상 변환은 화소 매트릭스 밖에 있지만 디스플레이 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 구현된다.
- [0852] ● 2D-3D 영상 변환은 입체 영상 쌍을 이용하여 구현된다.
- [0853] ● 디스플레이 장치는 수신된 데이터로부터 대응 깊이맵을 이용하여 2차원(2D) 영상을 계산한다.
- [0854] ● 2D-3D 변환을 수행하는 회로는 알려진 3D 형태 세트를 포함하는 라이브러리에 액세스한다.
- [0855] ● 2D-3D 변환을 수행하는 회로는 입력 2D 영상 데이터와 매칭될 수 있는 알려진 3D 형태 프로파일을 포함하는 라이브러리에 액세스한다.
- [0856] ● 2D-3D 영상 변환은 단일의 비자동입체 2D 영상에 기초하여 수행된다.
- [0857] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0858] L. 컨퍼런싱(Conferencing)(3D Skype™)
- [0859] VHIOIP(voice and holographic image over internet protocol) 서비스가 제공되는 홀로그래픽 디스플레이.
- [0860] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행된다.
- [0861] ● 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않는다.
- [0862] ● 홀로그램 인코딩 데이터가 화소 매트릭스가 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 그 다음, 이 홀로그램 인코딩 데이터는 공지의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 디스플레이 기판상의 회로로 전송되고, 이 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행한다.
- [0863] ● 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가 처리 유닛을

포함한다.

[0864] ● 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환은 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통해 수행된다.

[0865] *● 홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터가 연속한 실제 공간 영상 프레임들 간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 서브홀로그램 차 데이터 및 디스플레이 메모리 위치 데이터 형태로 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송된다.

[0866] ● VHIOIP 퍼어 투 퍼어 퍼어 통신이 제공된다.

[0867] ● 파일 공유가 제공된다.

[0868] ● 연결된 글로벌 네트워크를 통해 인스턴스 메시징 서비스가 제공된다.

[0869] ● 연결된 컴퓨터 네트워크를 통해 통신 서비스가 제공된다.

[0870] ● 연결된 컴퓨터 네트워크를 통해 파일 공유 서비스가 제공된다.

[0871] ● 연결된 컴퓨터 네트워크를 통해 인스턴트 메시징 서비스가 제공된다.

[0872] ● 가입자가 VHIOIP 통신 서비스를 이용할 수 있도록 하는 온라인 비다운로드 컴퓨터 소프트웨어의 일시적 이용이 제공된다.

[0873] ● 가입자가 VHIOIP 통신 서비스를 이용할 수 있도록 하는 온라인 다운로드 소프트웨어가 제공된다.

[0874] ● 도메인에의 액세스와 홀로그래픽 디스플레이 데이터에 액세스하는 도메인 데이터베이스 시스템이 제공된다.

[0875] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.

M. 인코딩 보상

[0877] 인코딩 단계에서 또는 그 전에 홀로그래픽 영상 데이터에 보상을 실시하여 영상이 더 쉽게 보이도록 하는 홀로그래픽 디스플레이.

[0878] ● 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행된다.

[0879] ● 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않는다.

[0880] ● 홀로그램 인코딩 데이터가 화소 매트릭스가 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 그 다음, 이 홀로그램 인코딩 데이터는 공지의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 디스플레이 기판상의 회로로 전송되고, 이 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행한다.

[0881] ● 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가 처리 유닛을 포함한다.

[0882] ● 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환은 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통해 수행된다.

[0883] ● 홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터가 연속한 실제 공간 영상 프레임들 간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 서브홀로그램 차 데이터 및 디스플레이 메모리 위치 데이터 형태로 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송된다.

[0884] ● 디스플레이 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 보상이 실시된다.

[0885] ● 디스플레이 화소들 사이에 있는 회로를 이용하여 보상이 실시된다.

[0886] ● 인코딩 단계에서 홀로그래픽 영상 데이터에 보상이 실시된다.

[0887] ● 인코딩 단계 전에 홀로그래픽 영상 데이터에 보상이 실시된다.

[0888] ● 현저하게 밝은 색조를 가지며 부족노출되는 경향이 있는 장면을 보정하도록 보상이 실시된다.

[0889] ● 현저하게 어두운 색조를 가지며 과노출되는 경향이 있는 장면을 보정하도록 보상이 실시된다.

- [0890] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0891] N. 눈 추적
- [0892] 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판 상에 있는 회로를 이용하여 수행되고, 눈 추적이 구현되는 홀로그래픽 디스플레이.
- [0893] ● 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않는다.
- [0894] ● 홀로그램 인코딩 데이터가 화소 매트릭스가 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 그 다음, 이 홀로그램 인코딩 데이터는 공지의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 디스플레이 기판상의 회로로 전송되고, 이 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행한다.
- [0895] ● 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가 처리 유닛을 포함한다.
- [0896] ● 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환은 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통해 수행된다.
- [0897] ● 홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터가 연속한 실제 공간 영상 프레임들 간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 서브홀로그램 차 데이터 및 디스플레이 메모리 위치 데이터 형태로 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송된다.
- [0898] ● 눈 추적은 단일 관찰자에 대해 구현된다.
- [0899] ● 눈 추적은 복수의 관찰자에 대해 구현된다.
- [0900] ● 눈 추적은 사용자의 얼굴을 검출하여 검색 범위를 한정하고, 사용자의 눈을 검출하여 추적 범위를 한정하고, 그 다음에 눈을 추적함으로써 구현된다.
- [0901] ● 눈 위치 식별 기능을 수행하는 눈 추적 계산 모듈은 스테레오 카메라에 의해 공급되는 스테레오 영상 쌍을 구비한다.
- [0902] ● 모듈은 어떤 고정점에 대한 각 눈의 x, y 및 z 좌표를 복귀시킨다.
- [0903] ● 추적을 수행하는데 필요한 연산은 디스플레이 화소와 동일한 기판상에 있는 회로에 의해 수행된다.
- [0904] ● 추적을 수행하는데 필요한 연산은 화소 매트릭스 내에 있는 회로에 의해 수행된다.
- [0905] ● SLM 패널상의 홀로그래픽 인코딩은 패널 면으로 치환될 수 있다.
- [0906] ● 일 측방향에서의 눈의 추적은 SLM상의 전체 홀로그래픽 인코딩 내용을 x 또는 y 방향으로 치환함으로써 실시된다.
- [0907] ● 추적은 SLM을 코히런트하게 조명하는 광원이 관찰자의 위치 변화와 동기하여 이동하도록 실시된다.
- [0908] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0909] 0. 수차 보정
- [0910] 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판 상에 있는 회로를 이용하여 수행되고, 수차 보정이 구현되는 홀로그래픽 디스플레이.
- [0911] ● 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않는다.
- [0912] ● 홀로그램 인코딩 데이터가 화소 매트릭스가 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 그 다음, 이 홀로그램 인코딩 데이터는 공지의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 디스플레이 기판상의 회로로 전송되고, 이 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행한다.
- [0913] ● 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가 처리 유닛을 포함한다.
- [0914] ● 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환은 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통해 수행된다.

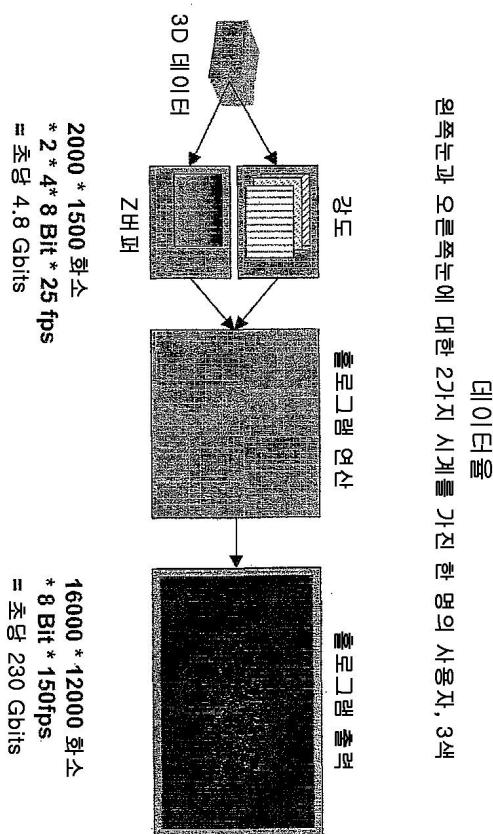
- [0915] ● 홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터가 연속한 실제 공간 영상 프레임들 간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 서브홀로그램 차 데이터 및 디스플레이 메모리 위치 데이터 형태로 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송된다.
- [0916] ● 수차 보정은 화소 매트릭스와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 구현된다.
- [0917] ● 수차 보정은 화소들 사이에 있는 회로를 이용하여 구현된다.
- [0918] ● 수차는 공간 광변조기의 인코딩을 통해 동적으로 보정된다.
- [0919] ● 보정된 수차는 렌티큘러 어레이 형태의 렌즈들에서의 수차이다.
- [0920] ● 보정된 수차는 2D 렌즈 어레이 형태의 렌즈들에서의 수차이다.
- [0921] ● 서브홀로그램들이 디스플레이된다.
- [0922] ● 이 서브홀로그램들로부터 서브홀로그램이 발생된다.
- [0923] ● 수차 보정 알고리즘은 홀로그래픽 계산과 동시에 또는 이와 독립적으로 전체 홀로그램이 생성되는 단계까지 수행된다.
- [0924] ● 전체 홀로그램과 수차 보정맵은 함께 변조된다.
- [0925] ● 수차 보정 알고리즘은 해석적으로 구현된다.
- [0926] ● 수차 보정 알고리즘은 탐색표(LUT)를 이용하여 구현된다.
- [0927] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0928] P. 얼룩 보정
- [0929] 공간 광변조기의 인코딩을 결정하기 위해 수행되는 계산 중 적어도 일부가 공간 광변조기의 화소와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 수행되고, 얼룩 보정이 구현되는 홀로그래픽 디스플레이.
- [0930] ● 계산은 푸리에 변환이나 프레넬 변환 그 자체의 계산은 포함하지 않는다.
- [0931] ● 홀로그램 인코딩 데이터가 화소 매트릭스가 차지하는 공간 밖에서 계산되고, 그 다음, 이 홀로그램 인코딩 데이터는 공지의 데이터 압축 기술을 이용하여 압축된 다음에 디스플레이 기판상의 회로로 전송되고, 이 회로는 수신된 데이터를 압축해제하는 기능을 수행한다.
- [0932] ● 그래픽 서브시스템의 3D 렌더링 파이프라인은 홀로그래픽 변환 및 인코딩을 위한 추가 처리 유닛을 포함한다.
- [0933] ● 3차원 공간 내의 포인트들의 순차적 홀로그래픽 변환은 홀로그래픽 계산 파이프라인을 이용한 그래픽 카드의 3D 파이프라인의 확장을 통해 수행된다.
- [0934] ● 홀로그래픽 계산에 이용된 실제 공간 영상 데이터가 연속한 실제 공간 영상 프레임들 간의 차이이고, 홀로그래픽 디스플레이 데이터가 서브홀로그램 차 데이터 및 디스플레이 메모리 위치 데이터 형태로 홀로그래픽 디스플레이 클러스터에 전송된다.
- [0935] ● 얼룩 보정은 화소 매트릭스와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 구현된다.
- [0936] ● 얼룩 보정은 화소들 사이에 있는 회로를 이용하여 구현된다.
- [0937] ● 얼룩은 공간 광변조기의 인코딩을 통해 동적으로 보정된다.
- [0938] ● 서브홀로그램들이 디스플레이된다.
- [0939] ● 이 서브홀로그램들로부터 서브홀로그램이 발생된다.
- [0940] ● 얼룩 보정 알고리즘은 홀로그래픽 계산과 동시에 또는 이와 독립적으로 전체 홀로그램이 생성되는 단계까지 수행된다.
- [0941] ● 전체 홀로그램과 얼룩 보정맵은 함께 변조된다.
- [0942] ● 얼룩 보정 알고리즘은 해석적으로 구현된다.

- [0943] ● 열룩 보정 알고리즘은 탐색표(LUT)를 이용하여 구현된다.
- [0944] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0945] Q. 홀로그래픽 디스플레이에 대한 DRM(Digital Rights Management)에서의 암호해독
암호해독 및 홀로그램 계산이 화소 매트릭스의 기판상에 있는 회로를 이용하여 실행되는 홀로그래픽 디스플레이 장치.
- [0946] ● 암호해독 및 홀로그램 계산은 화소 매트릭스의 기판에 분산된 회로를 이용하여 분산적으로 실행된다.
- [0947] ● 암호해독 및 홀로그램 계산은 화소 매트릭스 내에 있는 회로를 이용하여 실행된다.
- [0948] ● 암호해독 및 홀로그램 계산은 화소 매트릭스 밖에 있으나 화소 매트릭스와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 실행된다.
- [0949] ● 패널상에는 암호해독된 모든 데이터가 포착될 수 있는 단일 장소가 없다.
- [0950] ● 패널 영역마다 서로 다른 암호해독키가 사용된다.
- [0951] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0952] R. 2D 디스플레이에 대한 DRM(Digital Rights Management)에서의 암호해독
암호해독 계산이 화소 매트릭스 기판에 분산된 회로를 이용하여 분산적으로 실행되는 2D 디스플레이 장치.
- [0953] ● 암호해독 계산은 화소 매트릭스 내에 있는 회로를 이용하여 분산적으로 실행된다.
- [0954] ● 암호해독 계산은 화소 매트릭스 밖에 있으나 화소 매트릭스와 동일한 기판상에 있는 회로를 이용하여 분산적으로 실행된다.
- [0955] *● 패널상에는 암호해독된 모든 데이터가 포착될 수 있는 단일 장소가 없다.
- [0956] ● 패널 영역마다 서로 다른 암호해독키가 사용된다.
- [0957] ● 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0958] 암호해독 계산이 디스플레이 기판의 단일 영역에 있는 회로를 이용하여 실행되는 2D 디스플레이 장치.
- [0959] ● 회로는 화소 매트릭스 내에 있다.
- [0960] ● 회로는 화소 매트릭스 밖에 있다.
- [0961] ● 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0962] S. 디스플레이 내로 하드웨어로 하드웨어에서 구현된 소프트웨어 애플리케이션
소프트웨어를 이용하여 구현될 수 있는 애플리케이션이 SLM 패널의 기판에 분산된 회로를 이용하여 하드웨어적으로 구현되는 디스플레이 장치.
- [0963] ● 디스플레이는 2D 디스플레이이다.
- [0964] ● 디스플레이는 홀로그래픽 디스플레이이다.
- [0965] ● 애플리케이션은 디스플레이의 화소 매트릭스들 사이에 있는 회로를 이용하여 구현된다.
- [0966] ● 애플리케이션은 디스플레이의 화소 매트릭스 밖에 있는 회로를 이용하여 구현된다.
- [0967] ● 디스플레이를 이용하는 방법.
- [0968] T. 마이크로프리즘을 이용한 가변 빔 편향
광빔을 제어가능하게 편향시킬 수 있는 마이크로프리즘 어레이를 이용하여 관찰자나 관찰자들이 추적되는 홀로그래픽 디스플레이.
- [0969] ● 2차원적 편향은 2개의 직렬연결된 마이크로프리즘 어레이를 이용하여 얻는다.
- [0970] ● 프리즘은 마이크로 리퀴드 프리즘(Micro Liquid Prisms)이다.

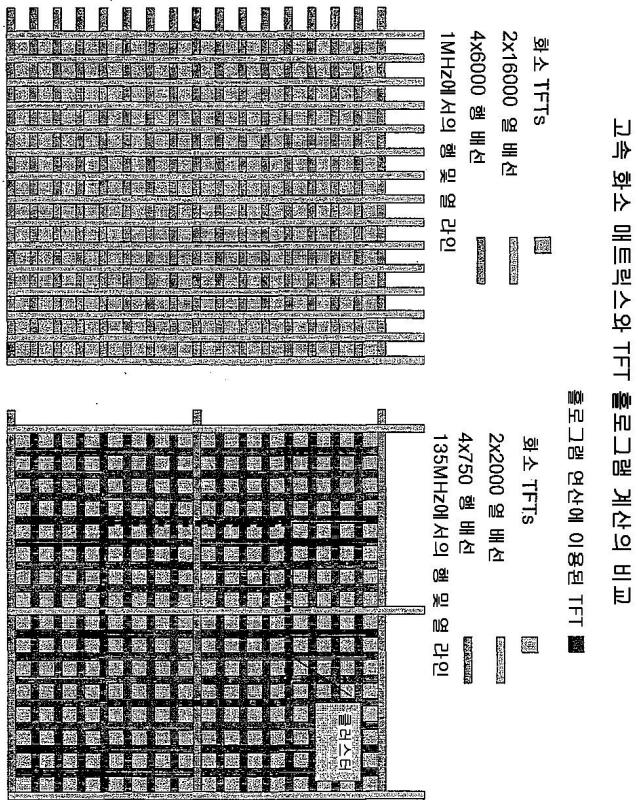
- [0975] ● 렌즈 수차의 광학적 효과가 감소될 수 있다.
- [0976] ● VOW는 관찰자 또는 관찰자들의 눈 측에 배치된다.
- [0977] ● 프리즘 앞이나 뒤에 배치된 포커싱 수단은 광선을 VOW로 수렴시키는데 도움이 될 것이다.
- [0978] ● 프리즘은 동일한 편향각을 갖지 않는다.
- [0979] ● 프리즘을 빠져나오는 광선이 VOW에 어느 정도 수렴할 수 있도록 프리즘은 동일한 편향각을 갖지 않는다.
- [0980] ● 프리즘 각도 계산은 SLM 기판상의 연산 회로에서 수행된다.
- [0981] ● 프리즘 각도 계산은 프리즘 어레이의 기판상에 배치된 연산 회로에서 수행된다.
- [0982] ● SLM 기판은 프리즘 어레이의 기판으로도 이용된다.
- [0983] ● 프리즘 어레이에 의해 유발된 위상 불연속을 보상하는 위상 보정이 실시된다.
- [0984] ● 위상 보정은 SLM에 의해 수행된다.
- [0985] ● 홀로그래픽 영상은 투사형 장치에서 발생되고, 이 경우에 투사는 원하는 3D 장면이 VOW 정면에서 재구성되고 있는 동안에 SLM 상을 프리즘 어레이에 형성한다.
- [0986] ● 프리즘 어레이의 위상 보상은 SLM 상을 프리즘 어레이에 형성할 때에 제공된다.
- [0987] ● 프리즘 어레이의 위상 보상은 프리즘 어레이 근처에 배치된 추가적인 SLM에 의해 제공된다.
- [0988] ● SLM은 투과형이고 프리즘 어레이는 반사형이다.
- [0989] ● SLM이 반사형이고 프리즘 어레이가 투과형이다.
- [0990] ● 홀로그래픽 디스플레이를 이용하는 방법.

도면

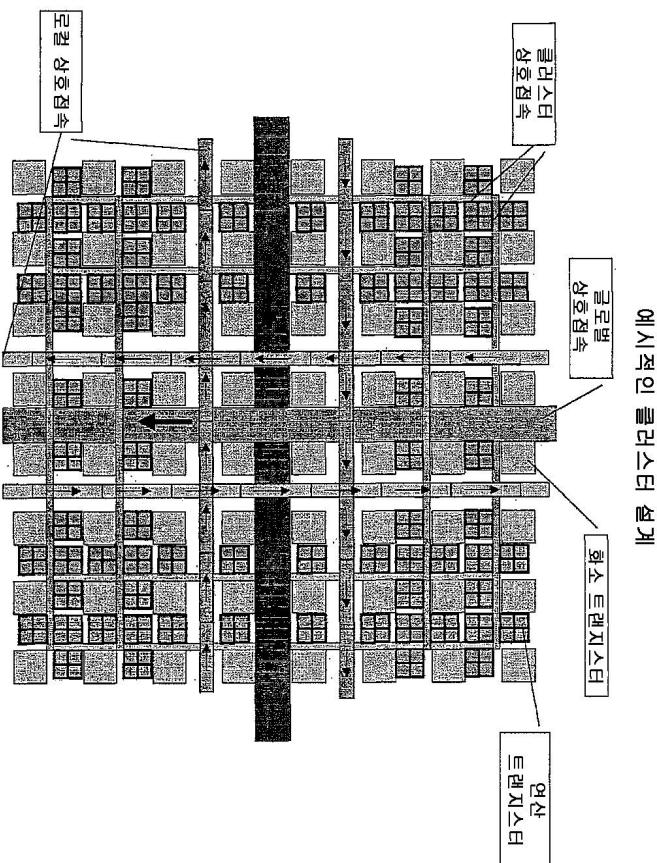
도면1



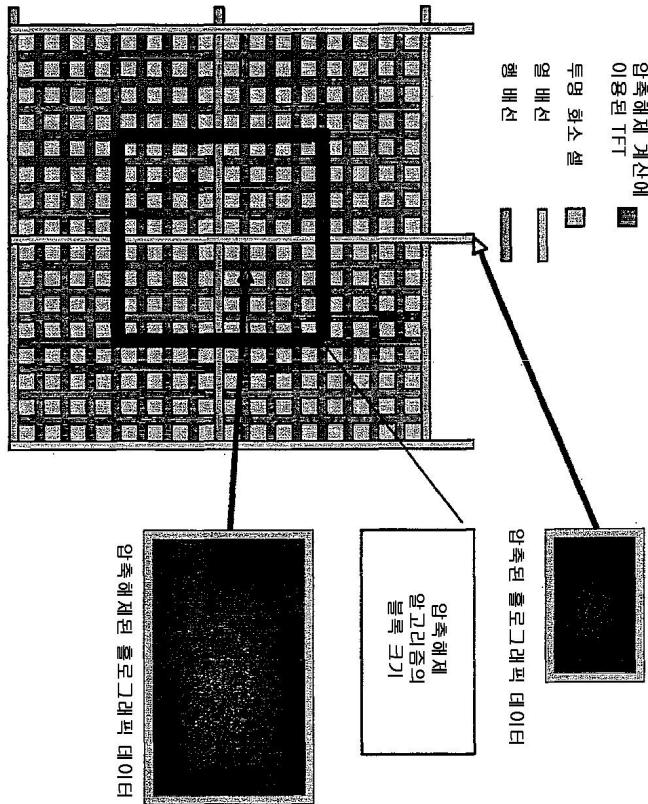
도면2



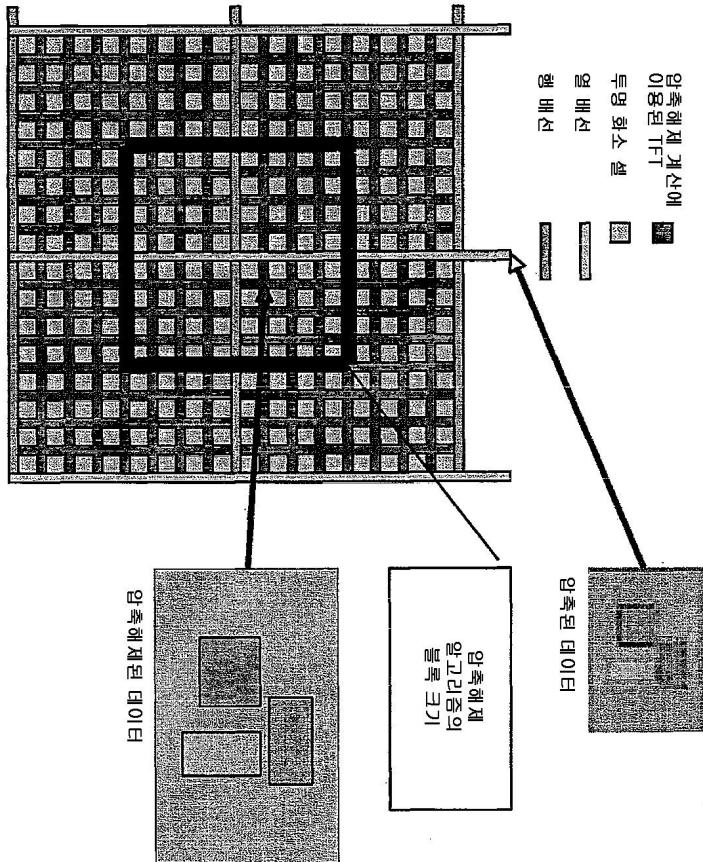
도면3



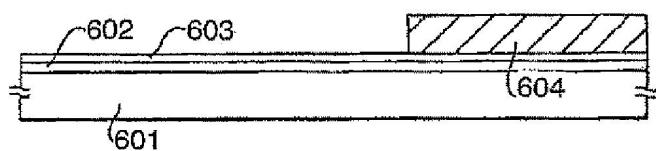
도면4



도면5



도면6a



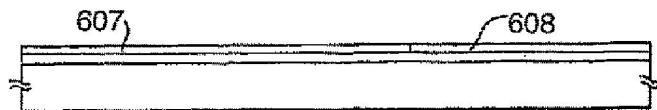
도면6b



도면6c



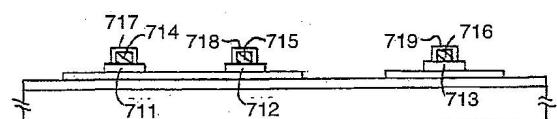
도면6d



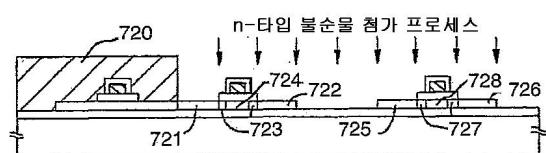
도면6e



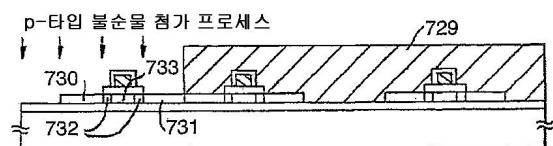
도면7a



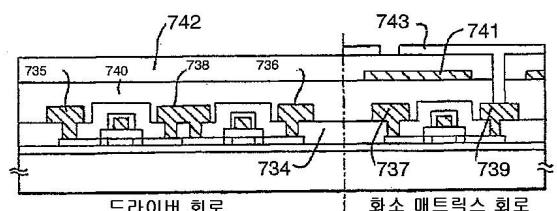
도면7b



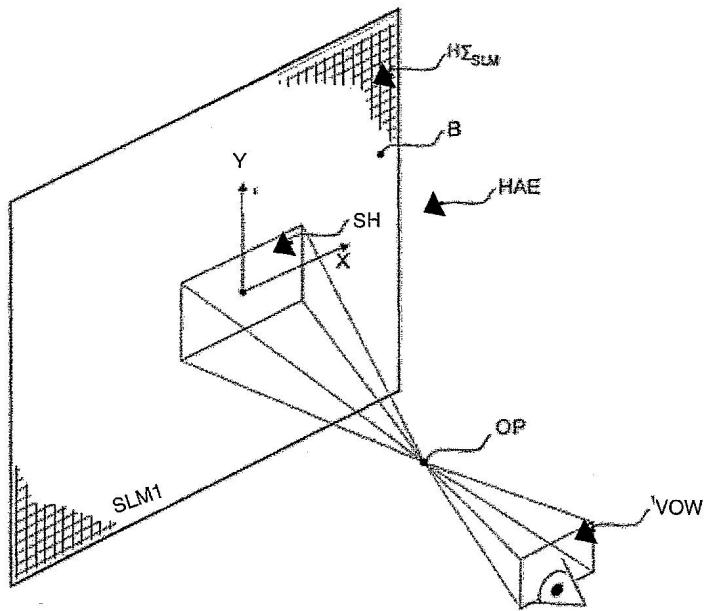
도면7c



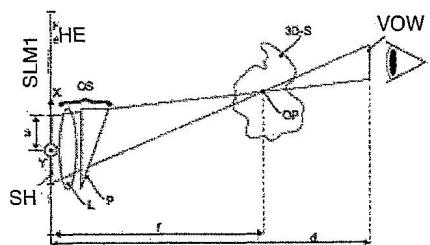
도면7d



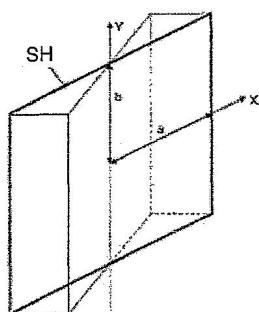
도면8



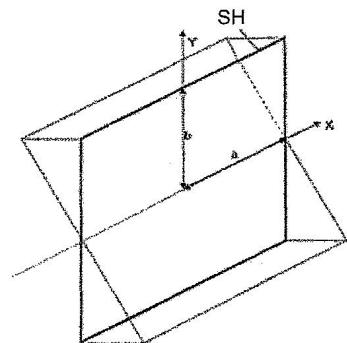
도면9a



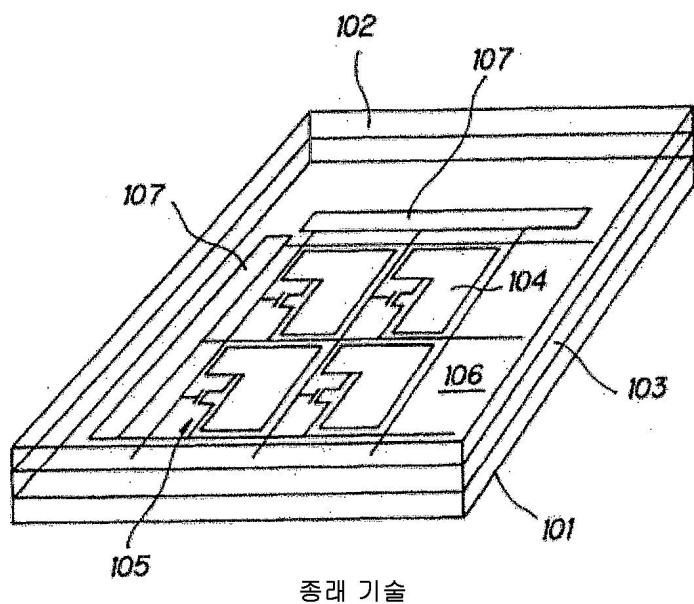
도면9b



도면9c

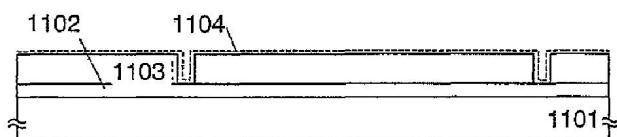


도면10

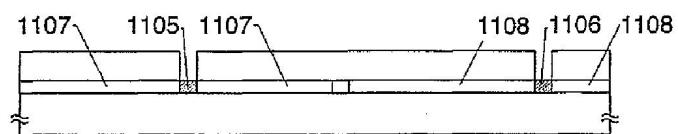


종래 기술

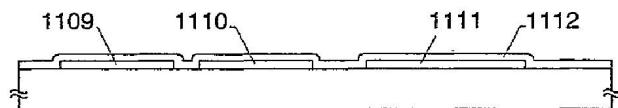
도면11a



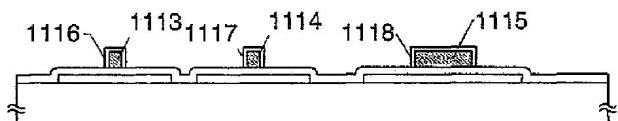
도면11b



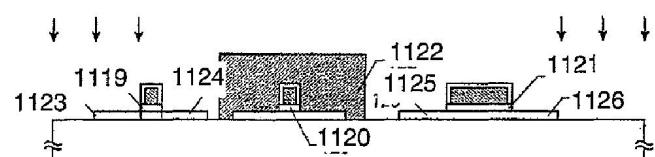
도면11c



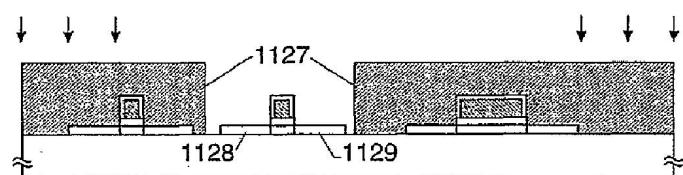
도면11d



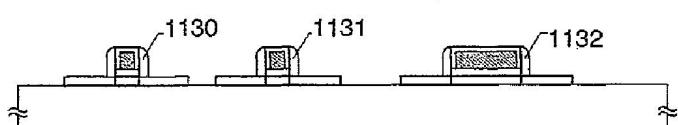
도면11e



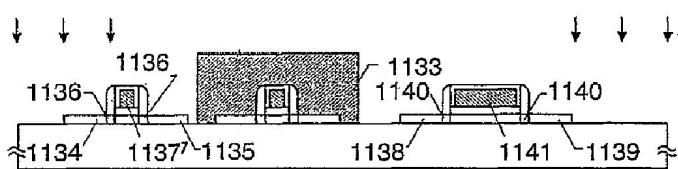
도면12a



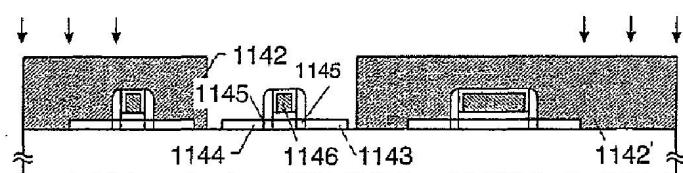
도면12b



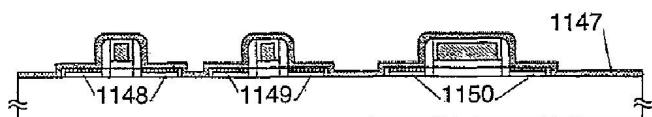
도면12c



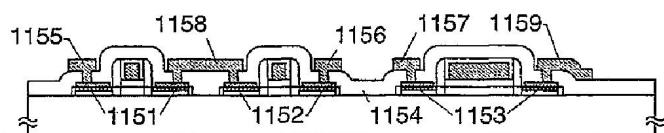
도면12d



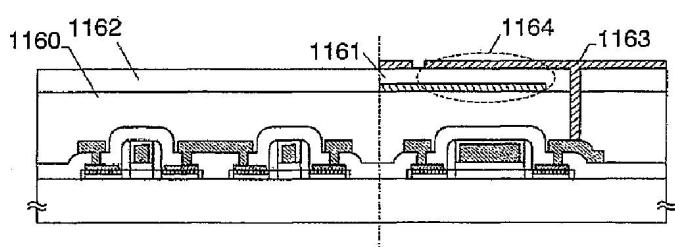
도면13a



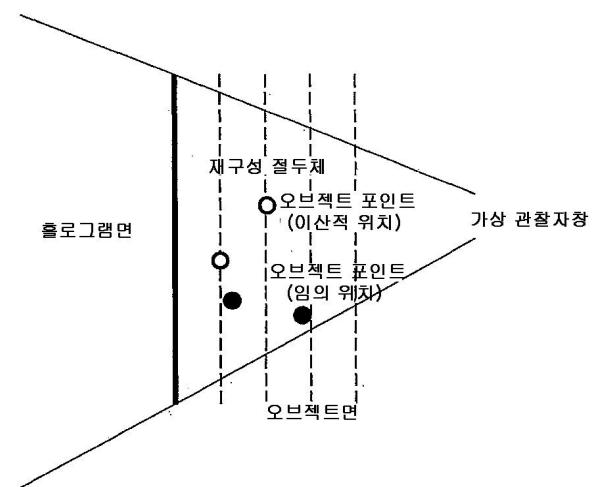
도면13b



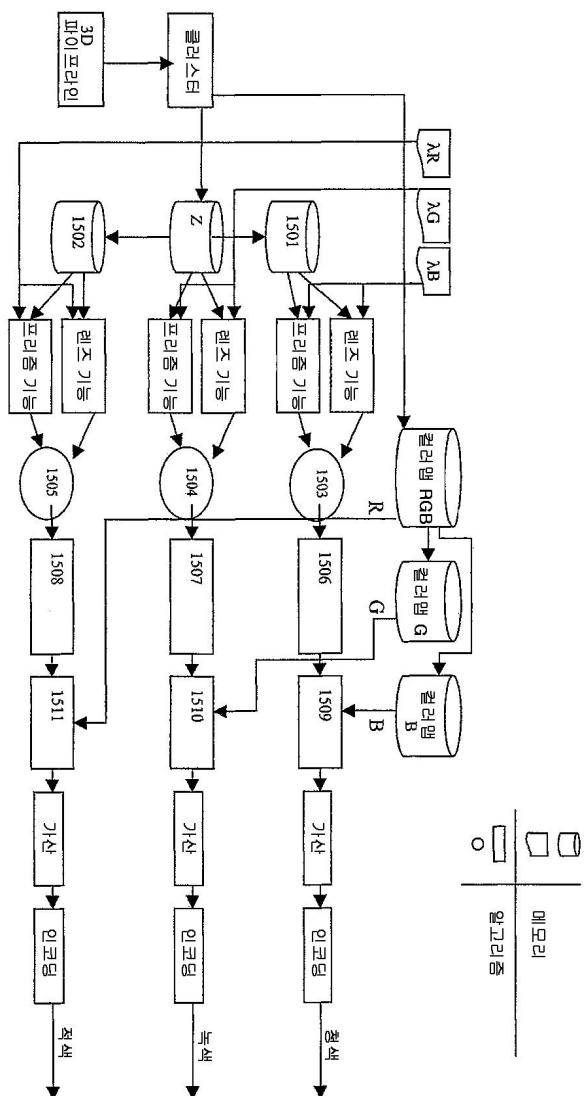
도면13c



도면14

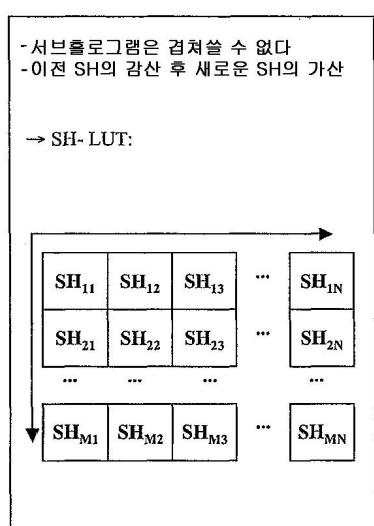


도면15

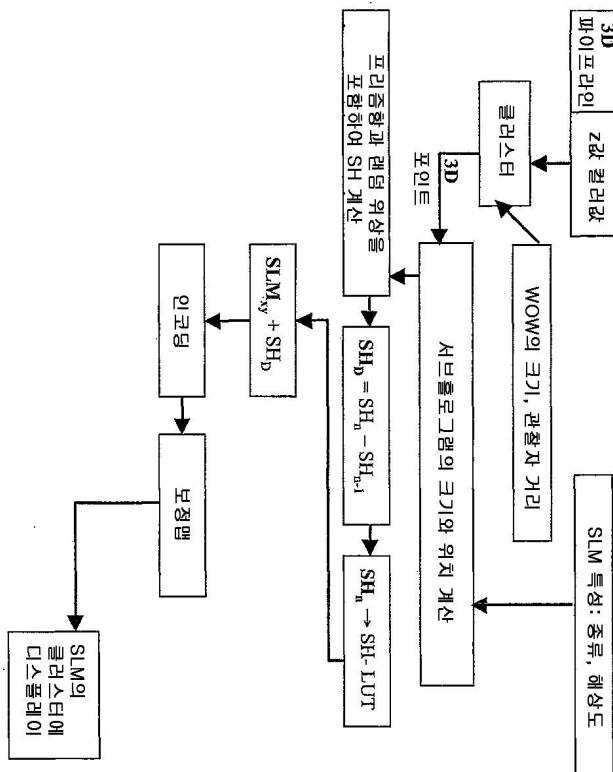


□ 메모리
○ 응고리즘

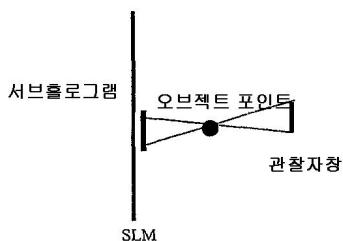
도면16



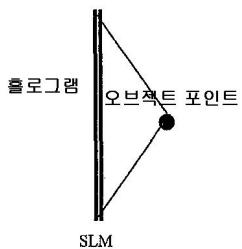
도면17



도면 18a

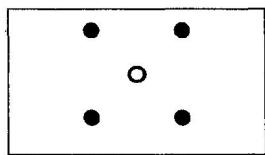


도면 18b



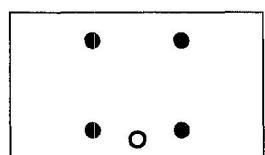
도면19a

시각 t에서의 장면



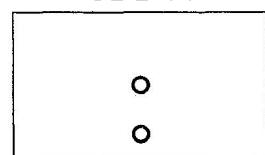
도면19b

시각 t+1에서의 장면

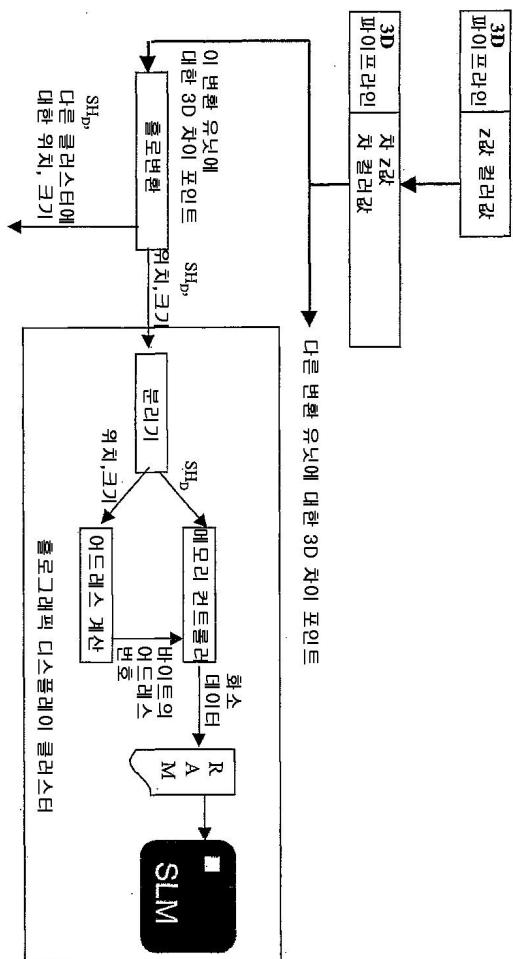


도면19c

시각 t과 t+1에서의
장면 간 차이



도면20

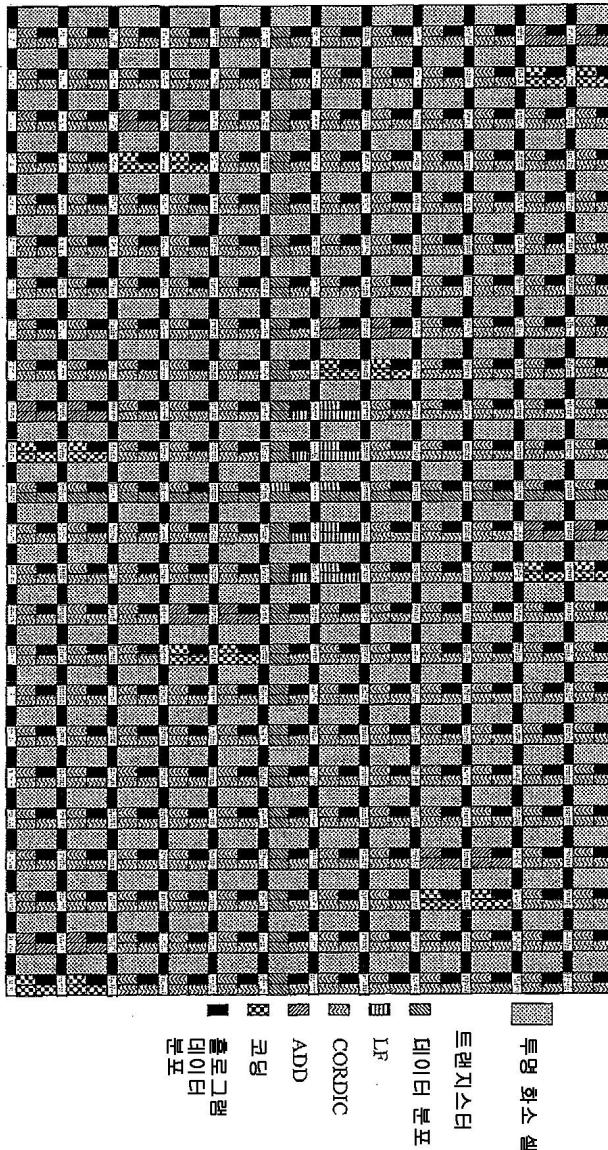


도면21

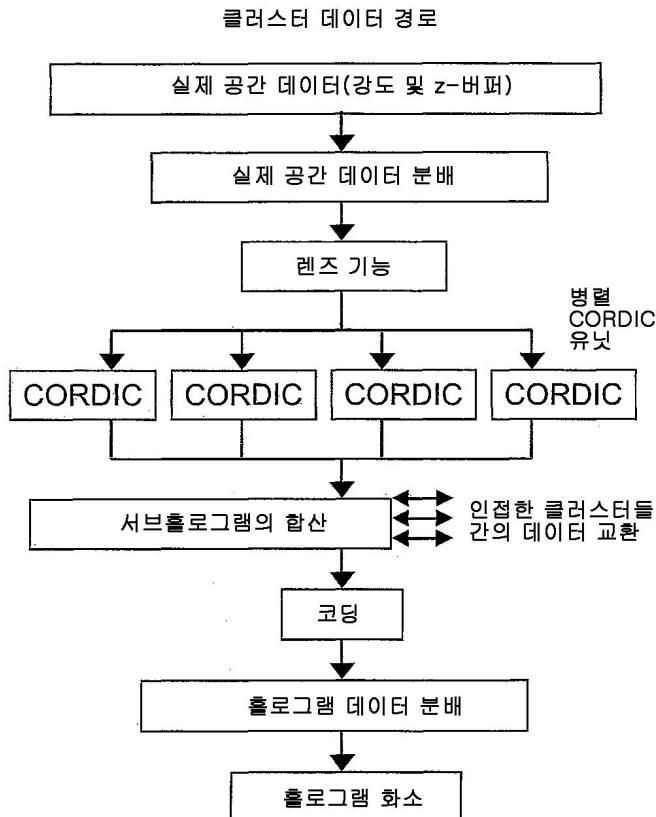
도면22

시스템로그램 합산	
합산에 이용된 토크 유닛	18432000 1
필요한 모터 비트당 트랜지스터	1.84E+07
합산을 위한 트랜지스터	1.84E+07
전체 토크 그램의 코딩	
코딩에 이용된 토크 유닛	
홀로그램 회소당 CORDIC 연산	5.76E+10 2.3E+03 1.29E+03
필요한 CORDIC 유닛	5.76E+10 2.9E+02 1.59E+07
클리스터당 CORDIC 유닛	
코딩을 위한 트랜지스터	6.9E+08 230.96 3.61
홀로그램 연산을 위한 토크 트랜지스터	34.25 0.54
원회소당 흐소당 트랜지스터	
디스플레이 흐소당 트랜지스터	
디아인 흐소에 기록하기 위한 회소당 트랜지스터	8.61 2
회소 트랜지스터	8.61 1
홀로그램 흐소당 총 트랜지스터	3.54
홀로그램 흐소당 (주제인)	1288.3695 20
인치 단위의 디스플레이 크기	678.7366735 20
X-크기(mm 단위)	406.4
y-크기(mm 단위)	304.8
화소 피치 x(㎛단위)	25.4
화소 피치 y(㎛단위)	25.4
화소 셀 면적(㎟)	645.16
화소 셀 면적(㎟) (트랜지스터에 대한 면적(㎟)) (25% 투명도)	136.876408 73.2171748

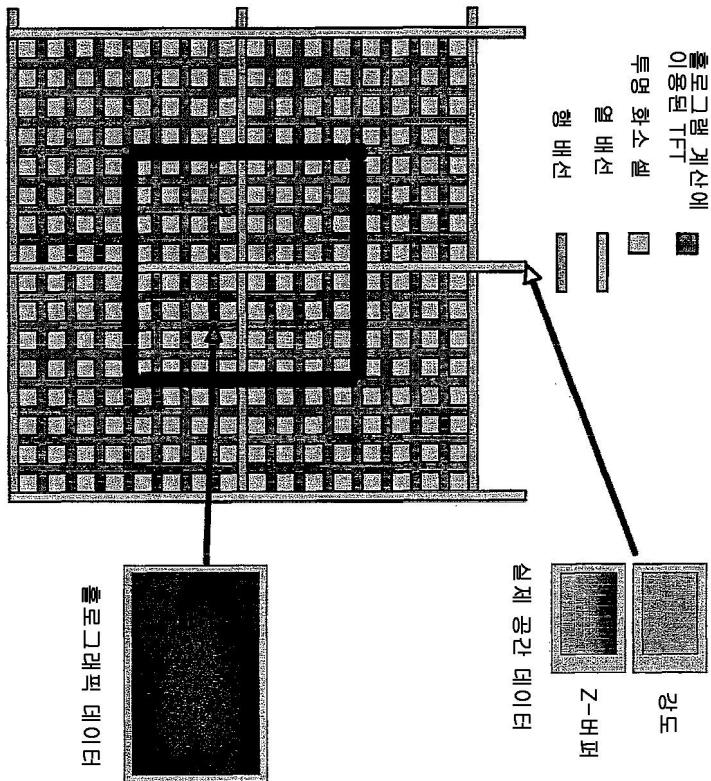
도면23



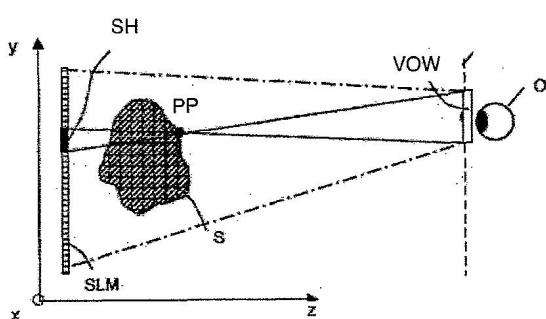
도면24



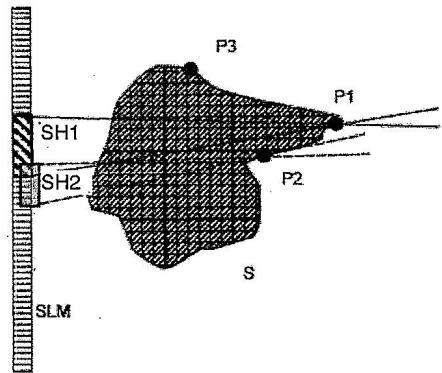
도면25



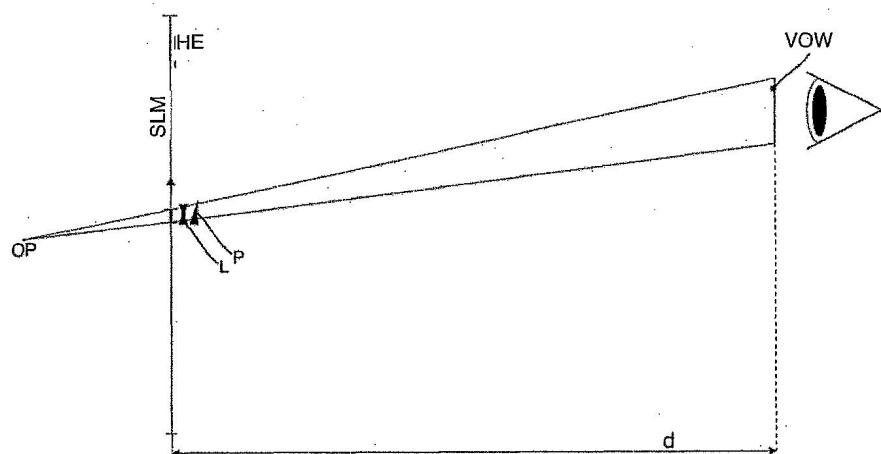
도면26a



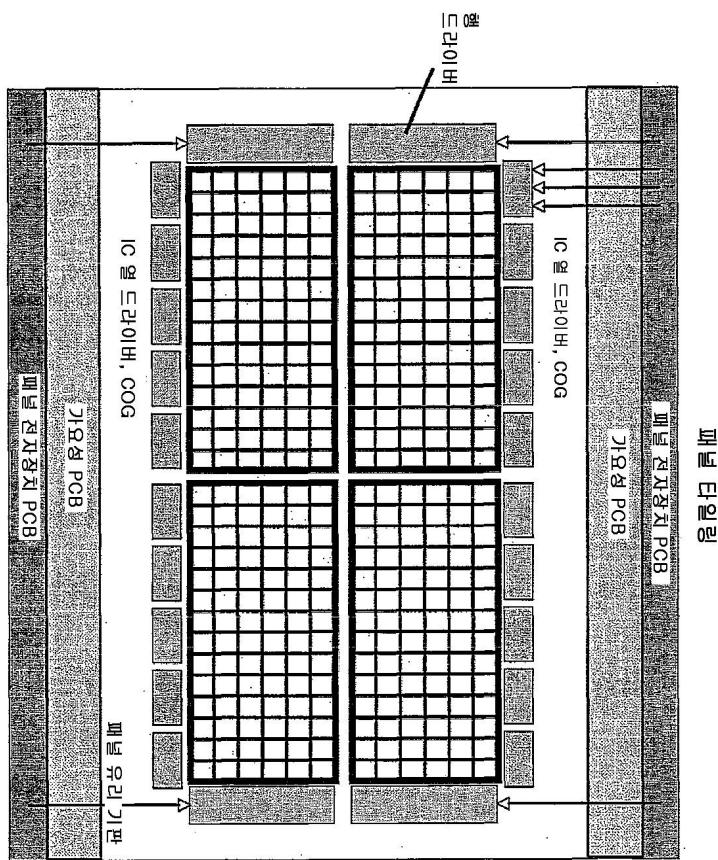
도면26b



도면27



도면28



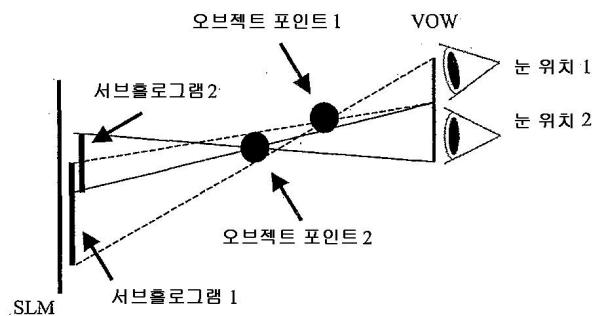
도면29



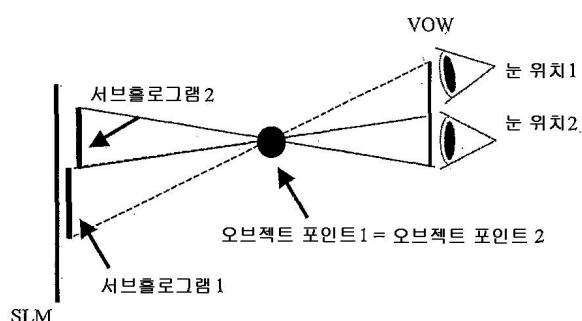
도면30



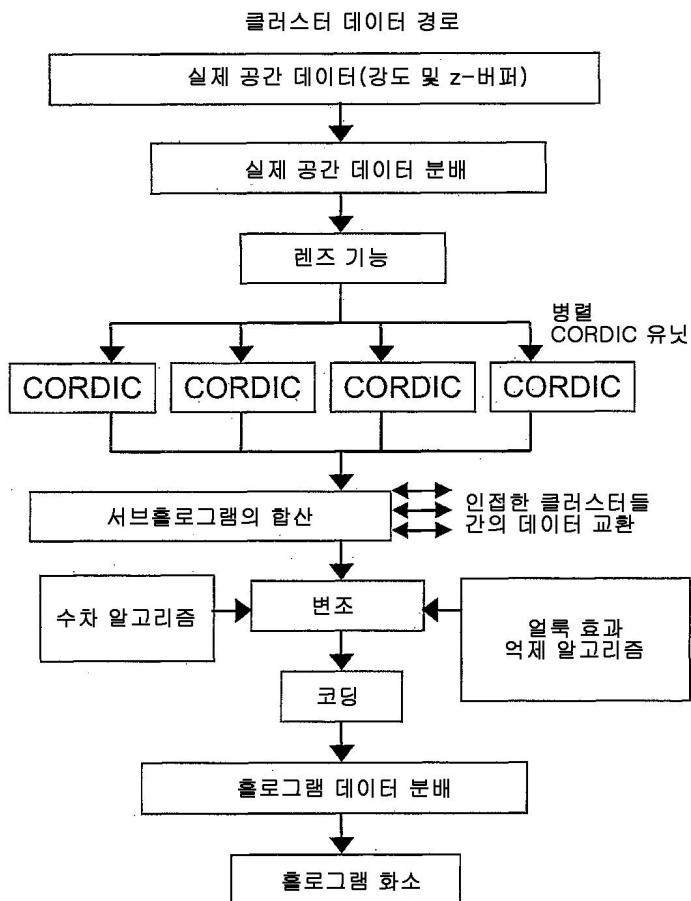
도면31



도면32



도면33



도면34

