



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.

G11B 7/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년03월28일  
 (11) 등록번호 10-0700119  
 (24) 등록일자 2007년03월20일

(21) 출원번호	10-2000-7012350	(65) 공개번호	10-2001-0071211
(22) 출원일자	2000년11월06일	(43) 공개일자	2001년07월28일
심사청구일자	2004년05월03일		
번역문 제출일자	2000년11월06일		
(86) 국제출원번호	PCT/HU1999/000035	(87) 국제공개번호	WO 1999/57719
국제출원일자	1999년05월04일	국제공개일자	1999년11월11일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르키즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 아랍에미리트, 남아프리카, 가나, 감비아, 그라나다, 인도, 인도네시아, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 크로아티아,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(30) 우선권주장

P9801029

1998년05월05일

헝가리(HU)

(73) 특허권자

테크니컬 유니버시티 오브 덴마크

덴마크 101에이 디케이-2800 케이쥐에스. 링비 안커 엥겔룬드스베이 1

(72) 발명자

라마누암페.에스.

덴마크디케이-4000로스킬데에기르스베이5

빌스테드죄렌

덴마크디케이-2970회르스홀름그룬트만스베이4

코파파알

헝가리에이치-1053부다페스트레알타노다우.

로린츠에뫼크  
헝가리에이치-1118부다페스트곰보츠콜탄우.3

리흐터페터  
헝가리에이치-1093부다페스트마트야스우.18

짜르바스가보르  
헝가리에이치-1033부다페스트잡우.8

## (74) 대리인 유미특허법인

(56) 선행기술조사문헌  
WO 97-02563 A US 5671073 A  
US 5566387 A  
\* 심사관에 의하여 이용된 문헌

심사관 : 이보형

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 홀로그래픽 기록 매체에 데이터를 기록 및 판독하는 장치 및 방법, 및 홀로그래픽 데이터 기억 시스템

### (57) 요약

본 발명은 얇은 홀로그래피 기록층을 갖는 홀로그래피 기록 매체에 홀로그래피 판독/기록 장치로 데이터를 기록하고 판독하기 위한 방법에 관한 것이다. 이 매체는 광 카드(2)가 바람직하다. 정보의 기록은 얇은 퓨리에 홀로그램(61)으로 저장된 데이터 페이지 형태이다. 본 발명에 따르면, 상이한 기록 파장과 판독 파장을 갖는 반사 투과 및 편광 홀로그래피를 사용하고, 판독하는 동안 이 기록 파장과 판독 파장 차이로 인해 발생하는 판독 채널의 왜곡을 정정한다는 것을 알 수 있다. 본 발명은 또한 위에 기술한 방법을 수행하기 위한 장치 및 시스템에 관한 것이다. 또한 기록된 정보를 부호화하는 방법을 개시하고 있다.

## 대표도

도 2

특허청구의 범위

## 청구항 1.

판독 및 기록 광 파장 정도의(in the order of) 두께를 갖는 홀로그래픽 기록층(33)을 구비한 홀로그래픽 기록 매체—여기서 홀로그래픽 기록 매체는 광 카드(2)가 바람직함—및 상기 홀로그래픽 기록 매체(2)를 위한 홀로그래픽 기록/판독 장치(1)를 이용하여 이 홀로그래픽 기록 매체(2) 상에 데이터를 기록하고 판독하기 위한 방법으로서,

상기 정보의 기록은 기록시에 얇은 퓨리어 홀로그램으로 저장된 데이터 페이지 형태로 이루어지고,

상이한 기록 및 판독 파장을 가진 반사 투과 및 편광 홀로그래피를 사용하여, 판독하는 동안 상기 판독 및 기록 파장의 차이로 인해 발생하는 판독 데이터에서의 왜곡을 정정하는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 방법.

## 청구항 2.

제1항에서,

상기 파장 왜곡이 광학 수단 또는 소프트웨어 수단에 의해 정정되는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 방법.

## 청구항 3.

제1항 또는 제2항에서,

상기 홀로그램(61)이 온-축 홀로그램(on-axis hologram)으로 기록되는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 방법.

## 청구항 4.

제1항 또는 제2항에서,

상기 기록 및 판독 동작이 편광 멀티플렉싱 또는 위상-코드 또는 회전 멀티플렉싱으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 방법.

## 청구항 5.

삭제

## 청구항 6.

삭제

## 청구항 7.

삭제

## 청구항 8.

삭제

## 청구항 9.

기록 매체를 유지하거나 위치를 결정하는 위치 결정 메카니즘(4), 및 이동 가능하거나 고정된 판독 및 기록 광학부(9)를 구비하는 홀로그램 기록 매체—여기서 홀로그램 기록 매체는 광 카드(2)가 바람직함—의 기록 및 판독 장치에서,

상기 기록 광학부는, 편광된 기록 광원(20), 기준 빔과 피사체 빔을 분리하거나 결합하기 위한 편광 선택 수단(23), 피사체 빔 변조 수단(25), 편파 플레이트(24, 35), 및 기록층에 피사체 빔을 영상화하기 위한 대물 렌즈(27, 47)를 포함하고,

상기 판독 광학부는, 편광된 판독 광원(21), 기준 빔과 영상 빔을 분리하거나 결합하기 위한 편광 선택기 수단(23') 또는 공간 필터링 수단, 광 검출기(29), 및 상기 광 검출기(29)에 영상 빔을 영상화하기 위한 대물 렌즈(28, 47)를 포함하며,

상기 판독 광원(21)의 파장은 상기 기록 광원(20)의 파장과 상이하고,

상기 판독 광학부는 상기 판독 광의 파장과 상기 기록 광의 파장 차이로 인해 발생하는 재생된 영상의 왜곡을 정정하기 위한 파장 왜곡 정정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 장치.

## 청구항 10.

제9항에서,

상기 기록광 광원(20)의 파장은 400nm 내지 550nm 사이이고, 상기 판독광 광원(21)의 파장은 600nm 내지 700nm 사이인 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 장치.

## 청구항 11.

제9항 또는 제10항에서,

상기 판독 광학부의 파장 왜곡 정정 수단이 비구면 플라스틱 대물 렌즈(48)를 포함하는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 장치.

## 청구항 12.

제9항 또는 제10항에서,

상기 판독 광학부 또는 기록 광학부의 피사체 빔과 기준 빔은 공통의 광축을 갖고, 상기 편광 선택기 수단 또는 상기 공간 필터링 수단은 각각 반사된 피사체 빔(17)으로부터 반사된 기준 빔(18')을 분리하기 위한 편광 선택 빔 스플리터(23) 또는 빔 차단부(36)를 포함하는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 장치.

## 청구항 13.

제9항 또는 제10항에서,

상기 기준 빔(18)의 광로(optical path)에 편광 부호화 수단(26)이 제공되는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 장치.

## 청구항 14.

제13항에서,

상기 편광 부호화 수단은 LCSLM(liquid crystal spatial light modulator)을 포함하는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 장치.

## 청구항 15.

제11항에서,

상기 판독 광학부 및 기록 광학부는 기록층에 기준 빔(18)과 피사체 빔(16)을 영상화하기 위한 그리고 판독 검출기(29)에 반사된 피사체 빔(17)을 영상화하기 위한 공통의 대물 렌즈(47)를 구비하는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 장치.

## 청구항 16.

제15항에서,

상기 대물 렌즈는 파장 왜곡을 정정하기 위한 비구면 렌즈(48)이고, 그 개구부에 중심 영역(49)과 환형 영역(50)을 구비하며,

상기 비구면 렌즈(48)의 중심 영역(49)은 기록층(33) 상에 기록 피사체 빔(17)을 초점 조절하기 위해 기록광 광원(20)의 파장에 맞춰지고, 동시에 상기 검출기(29)에 판독 피사체 빔(17)을 영상화하기 위해 판독광 광원(21)의 파장에 맞춰지며,

상기 비구면 렌즈(48)의 환형 영역(50)은 상기 검출기(29)에 반사된 피사체 빔(17)을 영상화하기 위해 판독광 광원(21)의 파장에 맞춰지는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 기록 매체의 기록 및 판독 장치.

## 청구항 17.

홀로그래픽 기록 매체(2) 및 판독/기록 장치(3)를 구비하는 홀로그래픽 데이터 기억 시스템으로서,

상기 홀로그래픽 기록 매체는, 캐리어 기판(31), 소정 파장을 갖는 판독 광 또는 기록 광에 대해 반응하는 홀로그래픽 기록 층(33), 및 상기 캐리어 기판(31)과 상기 기록층(33) 사이에 위치하는 반사 층(32)을 갖는 홀로그래픽 기록 매체—여기서 홀로그래픽 기록 매체는 광 카드(2)가 바람직함—로서, 상기 기록층(33)이 감광성 편광 폴리머 재료(polarisation sensitive polymer material)이고, 상기 기록층(33)의 두께는 판독 광의 파장 또는 기록 광의 파장의 0.5배 내지 2배이고,

상기 기록/판독 장치는, 기록 매체를 유지하거나 위치를 결정하는 위치 결정 메카니즘(4), 및 이동 가능하거나 고정된 판독 및 기록 광학부(9)를 구비하는 홀로그램 기록 매체—여기서 홀로그램 기록 매체는 광 카드(2)가 바람직함—의 기록 및 판독 장치로서, 상기 기록 광학부는, 편광된 기록광 광원(20), 기준 빔과 피사체 빔을 분리하거나 결합하기 위한 편광 선택 수단(23), 피사체 빔 변조 수단(25), 편파 플레이트(24, 35), 기록층에 피사체 빔을 영상화하기 위한 대물 렌즈(27, 47)를 포함하고, 상기 판독 광학부는 편광된 판독광 광원(21), 기준 빔과 영상 빔을 분리하거나 결합하기 위한 편광 선택기 수단(23') 또는 공간 필터링 수단, 광 검출기(29) 및 상기 광 검출기(29)에 영상 빔을 영상화하기 위한 대물 렌즈(28, 47)를 포함하며, 상기 판독광 광원(21)의 파장은 상기 기록광 광원(20)의 파장과 상이하고, 상기 판독 광학부는 상기 판독 광의 파장과 상기 기록 광의 파장 차이로 인해 발생하는 재생된 영상의 왜곡을 정정하기 위한 파장 왜곡 정정 수단을 포함하며,

상기 파장 왜곡 정정 수단(47)은, 상이한 판독 파장 및 기록 파장을 가진 반사 투과 및 편광 홀로그램을 가지고, 상기 판독 파장과 기록 파장 간의 차이로 인해 발생하는 왜곡을 정정하는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 데이터 기억 시스템.

## 청구항 18.

제17항에서,

상기 데이터 저장 용량은 편광 또는 위상 코드 또는 회전 멀티플렉싱에 의해 증가되는 것을 특징으로 하는 홀로그래픽 데이터 기억 시스템.

## 청구항 19.

삭제

## 청구항 20.

삭제

## 청구항 21.

삭제

## 청구항 22.

삭제

## 청구항 23.

삭제

명세서

### 기술분야

본 발명은 홀로그래피(holography)로 기록 매체, 바람직하게는 광 카드(optical card) 상에 데이터를 기록하고 판독하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명은 또한 본 발명의 방법으로 사용할 수 있는 장치에 관한 것이다. 이 장치는 홀로그래픽 기록 매체(holographic recording medium), 홀로그래픽 기록/판독 광학 시스템을 이용한다. 홀로그래픽 기록 매체는 광 카드가 바람직하다. 광 카드는 얇은 홀로그래픽 기록층(recording layer)을 갖고, 얇은 퓨리어 홀로그램(Fourier hologram)으로 저장된 데이터 페이지 형태로 이 기록층에 정보를 기록한다. 본 발명은 또한 홀로그래픽 광학 기록 매체 상에 기록된 정보를 부호화(coding)하기 위한 방법에 관한 것이다. 이 방법에서, 상이한 물리적(physical) 및/또는 논리적(logical) 기록 위치에 기록된 개별적인 여러 홀로그램 형태로 광학 기록 매체 상에 정보를 기록한다. 데이터 셋트를 보유하는 각 홀로그램과 이 데이터 셋트의 시퀀스(sequence) 모두가 기록된 정보를 구성한다.

### 배경기술

공지된 광 메모리 카드는 신용 카드 크기의 광 카드 상에 거의 4MB 내지 6MB의 데이터를 저장하고(provide), 판독/기록 유닛은 30KB/s 내지 10KB/s의 데이터 전송 속도(data transfer rate)를 제공한다. 기록 속도는 일반적으로 판독 속도보다 느리다.

홀로그래픽 기록(recording)은 본래부터 데이터를 고밀도로 기록할 수 있는 것으로 알려져 있으므로, 데이터 기억 카드(data storage card)에 사용하는 것이 바람직하다고 여겨졌다. 이 데이터 기억 카드 내에 홀로그램을 통합하기 위한 많은 해결책을 제시하였지만, 데이터 기억을 위해 이 홀로그램을 이용한 것이 아니라 대부분 인증 목적(authentication purpose)으로 홀로그램을 사용하였다. 신용 카드 크기의 데이터 카드 상에 데이터를 저장하기 위해 홀로그램을 사용하는 것은 여러 문제들을 수반한다. 첫 번째로, 대부분 홀로그래픽 기술은 기록하거나(recording) 판독하는(readout) 동안 양쪽 면으로부터 발광되는(illuminated) 홀로그램을 저장하는 감광성 매체(photosensitive medium)를 필요로 한다. 따라서, 홀로그램을 갖고 있는 기록 매체, 바람직하게 광 카드는 양쪽 면 상에 광학-특성 면(optical-quality surface)을 구비해야 하며, 일정한 두께를 가져야 한다. 종래 플라스틱 카드가 이러한 요구 사항을 충족하기에는 어려움이 있다. 두 번째, 데이터 기록 애플리케이션(application)을 위하여 소거되고(erased) 재기록될 수 있는(re-recorded) 기록 매체를 사용하는 것이 바람직하다. 홀로그래픽 기록에 적당한 소거 가능한 광 재료는 흔치 않고, 달성할 수 있는 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio)는 비교적 낮으며, 높은 노출 에너지(exposition energy)를 필요로 한다. 세 번째, 판독할 때마다, 기록된 홀로그램이 조금씩 지워질 것이다. 기록된 홀로그램의 안정성(stability)을 보장하기 위해, 상이한 판독 및 기록 파장이 요구되지만, 이 경우 재생된 홀로그램 영상이 많이 파손되어, 고 밀도 기억이 불가능하다.

공지된 반사 홀로그래피 방법(reflection holography)은 DE 195 34 501 A1과, SPIE Vol. 3109, pp. 239-244에 "High density disc storage by multiplexed microholograms"의 제목으로 기재되어 있다. 이 기재 내용에서는 반사 홀로그램을 생성하기 위한 방법이 제안되었다. 이 방법에는 기록하는 동안 기록층 하부에 거울(mirror)을 사용하는 것이 기재되어 있으므로, 거울로부터 반사된 피사체 빔(object beam)은 기준 빔(reference beam)으로서 작용한다. 이 때문에, 이 기준 빔을 위한 별도의 광로(separate optical path)는 불필요하다. 이 방법에는, 상이한 형태의 멀티플렉싱을 이용하여 기억 용량을 증가시키는 것이 기재되어 있다. 이러한 홀로그램은 체적 반사 홀로그램(volume reflection hologram)으로 재생된다. 위에 제안한 해결책들의 단점은 판독하는 동안에는 반드시 거울을 제거해야 하므로, 실용적인 광학 기록 시스템으로는 부적합하다는 것이다. 또한, 광 카드에는 위에 기술한 방법을 사용할 수 없다.

다른 형태의 반사 홀로그래피가 미국 특허번호 제5,633,100호에 개시되어 있고, 이 특허는 체적 반사 홀로그램을 형성하기 위한 방법을 교시하고 있다. 이 공지된 해결책도 역시 감광성 매체의 대향면 상으로 입사하는 기준 빔을 사용해야 하므로, 광 카드에는 실용적이지 못하다. 미국 특허번호 제4,888,260호는 체적 반사 홀로그램을 제작(preparation)하기 위한 다른 방법을 개시한다. 이 발명에서, 체적 위상 반사 홀로그램(volume phase reflection hologram)은 동일한 기록 매체에

제2 오프-축 홀로그램(second off-axis hologram)을 이용하여 형성한다. 이 방법은 소거 가능하고 재기록 가능한 홀로그램을 형성하기에는 부적합하고, 광학 시스템이 매우 복잡해지다. 미국 특허번호 제5,710,645호는 광 카드와 같은 얇은 에지-발광 영역(edge-illuminatable geometry)를 갖는 기판 상에 지지된 그레이징 입사 홀로그램(grazing incidence hologram)을 기록하기 위한 방법 및 시스템을 기재한다. 이론상으로, 데이터 기억을 위해 이 시스템을 사용할 수 있지만, 그만큼(again) 에지 발광(edge illumination)은 홀로그램을 수행하는 카드에 대한 매우 특별한 기계적이고 광학적인 특성을 요구한다.

OPTICS LETTERS, vol. 17, no. 17, pp. 1234-1236(1992년 9월, 미합중국, 뉴욕)에서 공개된 문헌 "Side-chain liquid crystalline polyesters for optical information storage"는 상이한 판독/기록 레이저 파장을 조합하여 편광 홀로그래픽 기록(pharosisation holographic recording)을 행할 수 있다는 가능성을 언급했다. 그러나, 이 문헌은 이 파장 차이로 인해 발생하는 왜곡 문제에 대해서는 제기하지 않았다.

WO-A-97/02563은 홀로그래픽 기록을 위한 광학 시스템을 개시한다. 이 공지된 시스템 역시 상이한 판독/기록 파장을 갖는 레이저를 갖추고 있다. 이 제안된 데이터 기억 매체는 소정 두께( $50\mu\text{m}$ )를 갖는 홀로그래픽 기억층(holographic storage layer)을 구비하는 카드이다. 상이한 형태의 홀로그래피를 제시하지만, 편광 홀로그래피에 대해서는 언급하지 않았다. 기록/판독 광학부(optics)는 데이터를 판독하기 위해 종래 광학 시스템 대신 검출 셀(detector cell)과 결합하는 도파관(waveguide)을 갖추고 있다. 광학 헤드는 기록된 홀로그램에 의해 바로 발생하는 세기 변조(intensity modulation)를 검출하고, 기억 매체와 광학 헤드 사이에 영상 시스템은 존재하지 않는다. 그러므로, 파장 왜곡에 대한 문제 역시 제기되지 않는다. 한편, 복잡한 도파관 헤드는 매우 복잡한 제어를 필요로 하는 고가의 음향 광학 소자(acousto-optical element)와 다른 광학 소자, 및 전원 시스템을 포함하고 있다. 현재 기술로는 이 광학 헤드를 비용 효율적으로 제조할 수 없다.

### 발명의 상세한 설명

그러므로, 본 발명의 목적은 반사 홀로그래피에 기초한 데이터 기억을 위한 방법 및 시스템을 제공하고, 홀로그램을 여러 번, 바람직하게는 무제한 기록 및 소거할 수 있고, 기록하고 판독하기 위해 단지 일측 면에만 접근할 수 있도록 하는 것이다. 또한, 이 홀로그램을 광학 기록 매체 상에, 바람직하게 용이하게 제조할 수 있고, 일상 생활 중에 발생하는 마모를 견딜 수 있는 즉, 종래 플라스틱 신용 카드나 플로피 디스크와 같이 취급하거나 그와 유사하게 취급하는 광 카드나 광 디스크 상에 저장한다. 본 발명의 다른 목적은 판독-기록 장치가 비교적 작고, 간단하며, 값이 싼 광학 시스템을 구비하는 데이터 기억을 위한 방법 및 시스템을 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 높은 데이터 밀도와 빠른 데이터 전송 속도를 확실하게 보장하는 동시에, 효율적인 데이터의 부호화(encoding)나 암호화(encryption)를 가능하게 하여, 보안성(security)을 향상시킨 광학 기록 방법을 제공하는 것이다.

#### 발명의 개요

본 발명에 따르면, 이 목적은 홀로그래픽 기록/판독 장치, 및 얇은(thin) 홀로그래픽 기록층을 갖는 기록 매체, 바람직하게는 광 카드를 사용하는 방법에 의해 달성된다. 이 홀로그래픽 기록 매체는 또한 광 디스크나 광 테이프 형태일 수 있다. "얇은"이란 용어는 층 두께가 광 파장 정도라는 것을 의미하고, 기록된 홀로그램을 종래 체적 홀로그램(volume hologram)으로서 간주하지 않을 수 있으므로, 정보의 기록 동작은 얇은 퓨리어 홀로그램(Fourier hologram)으로 저장된 데이터 페이지 형태로 이루어진다.

본 발명에 따르면, 상이한 기록 파장과 판독 파장을 갖는 반사 투과 및 편광 홀로그래피를 이용하고, 또한 판독하는 동안이 기록 파장과 판독 파장의 차이로 발생하는 왜곡을 정정할 수 있다.

본 발명의 기록 방법에서 반사 투과 홀로그래피(reflected transmission holography)를 사용한다는 것이 중요하다. 이것은 기록하거나 판독하는 동안, 양쪽 면으로부터 홀로그램의 발광(illumination)에 또는 이 홀로그램에 접근할 때 발생하는 문제를 극복하기 위한 것이다. 그러므로, 이하에서, 반사 투과 홀로그래피로 지칭되는 반사 홀로그래피의 형태를 사용할 것을 제안한다. 본 발명에 따르면, 이 홀로그래픽 기록 방법에서 기록층은 비교적 얇고, 이 기록층 아래에 반사층이 존재한다. 투과 모드에서 홀로그램을 판독하지만, 투과된 피사체 파(object wave)는 반사층으로부터 반사되고, 기록 매체를 통해 퍼지며, 기준 파가 도달하는 동일한 면에서 검출된다.

본 발명에 따르면, 이 방법을 위해 캐리어 기판, 감광성의 홀로그래픽 기록층, 이 캐리어 기판과 기록층 사이에 반사층을 구비하는 메모리 카드처럼 홀로그래픽 기록 매체를 이용하는 것을 제안한다. 본 발명의 기록 매체에서, 이 기록층은 감광성 편광 폴리머 재료(polarisation sensitive polymer material)이고, 이 기록층은 판독 및/또는 기록 광 파장의 0.5배 내지 2배의 두께를 갖는다.

본 방법은 기록 매체 유지 및/또는 위치 결정 메카니즘, 이동 가능하거나 고정된 판독 및 기록 광학부를 구비하는 홀로그램 기록 매체—여기서 홀로그램 기록 매체는 광 카드가 바람직함—의 기록 및 판독 장치로 실현되며, 이 기록 광학부는 편광된 기록광 광원, 기준 빔과 피사체 빔을 분리 및/또는 결합하기 위한 편광 선택 수단, 피사체 빔 변조 수단, 편파(polarized wave) 플레이트, 기록층에 피사체 빔을 영상화하기 위한 대물 렌즈를 포함하고, 또한 판독 광학부는 편광된 판독광 광원, 편광 선택기 및/또는 기준 빔과 영상 빔을 분리 및/또는 결합하기 위한 공간 필터링 수단, 광 검출기 및 이 광 검출기에 영상 빔을 영상화하기 위한 대물 렌즈를 포함한다. 본 발명에 따른 장치에서, 판독광 광원의 파장은 기록광 광원의 파장과 상이하고, 이 판독 광학부는 이 판독 광의 파장과 기록 광의 파장 차이로 인해 발생하는 재생된 영상의 왜곡을 정정하기 위한 파장 왜곡 정정 수단을 포함한다.

본 발명은 또한 홀로그래픽 기록 매체, 특히 기록 매체를 갖는 홀로그래픽 기록 매체 및 본 발명에 따른 판독/기록 장치를 위한 판독/기록 장치를 갖는 홀로그래픽 데이터 기억 시스템을 포함한다. 이 제안한 시스템은 상이한 판독 및 기록 파장을 갖는 반사 투과 및 편광 홀로그램과 함께 이 판독 파장과 기록 파장 차이로 인해 발생하는 왜곡을 정정하기 위한 왜곡 정정 수단을 이용한다.

본 발명에 따르면, 또한 이 파장 왜곡을 광학 수단 및/또는 소프트웨어 수단으로 정정하는 방법을 제공한다. 가장 바람직한 실시예에서, 적합하게 설계한 렌즈 시스템을 이용하여 이 정정을 행하고, 편광 기록 동작의 장점을 이용하여 온-축 홀로그램으로서 홀로그램을 기록한다.

편광 멀티플렉싱 및/또는 위상-코드 및/또는 회전 멀티플렉싱으로 기록 및 판독을 실행하는 것을 제안한다. 특히, 진폭(magnitude)의 정도(order)만큼 용량을 향상시킬 수 있고 또한 다음에 도시하는 것처럼 데이터의 암호화에 기여하는, 소위 결정 위상-코드 멀티플렉싱(deterministic phase-code multiplexing)이 고려된다.

본 발명에 따른 홀로그래픽 기록 매체의 특정 실시예에서, 반사층은 판독 파장일 때 반사하고 기록 파장일 때 투과하거나 흡수하는 파장 선택 거울이다. 이 장치는 기록의 감도(sensitivity)를 크게 향상시킨다.

다른 실시예에서, 홀로그래픽 매체는 한번 기록(write-once) 또는 소거-재기록 가능한 홀로그래픽 매체, 바람직하게는 사이드-체인 폴리에스터(side-chain polyester, SCP)이고, 가장 바람직하기는 아조벤젠(azobenzene) SCP이다. 이 아조벤젠 SCP는 편광 홀로그래피를 이용하여 고밀도의 데이터 기억의 기록을 가능하게 하는 새로운 홀로그래픽 재료이다.

유리하게, 본 발명에 따른 장치의 기록광 광원의 파장은 400nm 내지 550nm 사이이고, 판독광 광원의 파장은 600nm 내지 700nm 사이이다. 이러한 광원들은 작고 견고한 광 판독/기록 시스템을 구성할 수 있도록 레이저 다이오드 형태로 용이하게 구입할 수 있다. 높은 에너지 레벨을 제공하므로 고체 상태 레이저(solid state laser)와 같은 다른 광원의 사용도 또한 고려할 수 있다.

가장 바람직한 실시예에서, 판독 광학부의 파장 왜곡 정정 수단은 비구면 플라스틱 대물 렌즈를 포함한다.

판독 광학부 및/또는 기록 광학부의 피사체 빔과 기준 빔은 공통의 광축을 갖고, 반사된 피사체 빔으로부터 반사된 기준 빔을 분리하기 위한 편파 플레이트 및/또는 빔 차단부와 결합한 편광 선택 빔 스플리터를 제공하는 것을 고려한다. 이것은 제안된 편광 홀로그래피 기술이 피사체 빔으로부터 기준 빔을 분리할 수 있고, 판독할 때 SNR이 크기 때문에 실현 가능하다.

유리하게, 편광 부호화(encoder) 수단, 특히 액정 SLM(liquid crystal spatial light modulator, LCSLM)를 기준 빔 광로에 설치한다. 이 장치는 위상 코드 멀티플렉싱을 가능하게 한다.

판독 광학부와 기록 광학부가 기록층에 기준 빔과 피사체 빔을 영상화하고 반사된 피사체 빔을 판독 검출기에 영상화하기 위해 공통의 대물 렌즈를 구비한다는 것은 실용적이고 실현 가능하다는 것을 알 수 있다. 그로 인해, 콤팩트하면서 경량인 광학 시스템을 설계할 수 있고 위치 결정 시스템도 좀더 단순해진다. 또한 실질적으로 소정 지연 없이 기록 후에 바로 판독 할 수 있다.

위에 기술한 장치에 대한 특정 바람직한 실시예에서, 이 공통의 대물 렌즈는 파장 왜곡을 정정하기 위한 비구면 렌즈이고, 이 비구면 렌즈의 중심 영역은 기록층에 기록 피사체 빔을 초점 조절하기 위해 기록광 광원의 파장에 맞춰지고, 동시에 검출기에 판독 피사체 빔을 영상화하기 위해 판독광 광원의 파장에 맞춰지며, 또한 이 비구면 렌즈의 환형 영역은 반사된 피사체 빔을 검출기에 영상화하기 위해 판독광 광원의 파장에 맞춰진다.

본 발명에 따른 광학 시스템의 다른 바람직한 실시예에서, 홀로그래픽 기록 및 판독 광학부는 판독 및/또는 기록 멀티플렉스된 홀로그램을 위한 수단을 포함한다. 예를 들면, 결정 위상 코드 멀티플렉싱을 이용하면, 홀로그램의 정보 밀도를 이론적으로 매우 크게(several magnitudes) 증가시킬 수 있다. 실제 가능한 시스템에서, 5 내지 30의 계수(factor)를 갖는 멀티플렉싱이 가능하다.

본 발명의 홀로그래픽 기록 방법과 기록 매체의 유리한 특성을 이용하여, 홀로그래픽 광학 기록 매체 상에 기록된 정보를 부호화(coding)하기 위한 신규한 방법을 수행하는 것을 제안한다.

이 방법은 광학 기록 매체, 바람직하게는 광학 카드 상의 상이한 물리적 및/또는 논리적 기록 위치에 기록된 여러 개별 홀로그램 및/또는 서브 홀로그램 형태로 정보를 기록하는 것을 포함한다. 이러한 홀로그램이나 서브 홀로그램은 자신의 시퀀스와 함께 모두 기록된 정보를 구성하는 데이터 셋트를 포함한다. 본 발명의 방법에 따르면, 이 데이터 셋트는 임의의 시퀀스로 기록 위치에 기록된다. 이 기록 시퀀스를 용이하게 알 수 없을 경우, 이 데이터로의 접근은 사실상 차단된다. 이 방법은 메모리 용량을 조금 증가시킬 필요는 있지만, 매우 효과적이다.

또한 멀티플렉스된 홀로그램에 정보를 기록하고, 멀티플렉싱 어드레스로 논리적 기록 위치를 알 수 있다는 것을 알게 된다. 가장 바람직한 실시예에서, 위상-코드 멀티플렉싱을 이용하는 편광 홀로그래피로 정보를 기록하고, 하나의 물리 홀로그램 체적은 여러 위상-코드 멀티플렉스된 서브 홀로그램을 포함한다. 위상 코드 어드레스로 이 논리적 기록 위치를 알게 된다.

또 다른 개선된 실시예에서, 첫 번째 데이터 셋트의 위치를 저장하고, 후속 데이터 셋트의 위치를 이전 데이터 셋트에 저장한다. 물리적 기록은 순서대로 이어지지만, 위상 코드 어드레스는 임의로 변한다는 것을 알 수 있다. 그로 인해, 데이터 판독 속도(readout data rate)를 빠르게 유지하면서, 여전히 부호화를 확실하게 할 수 있다. 이 방법의 가장 바람직한 실시예에서, 데이터 셋트에 대한 임의의 시퀀스를 저장하고 암호화하며/암호화하거나 권한을 부여받지 못하는 사람이 접근할 수 없도록 한다. 이 후자의 해결책은 데이터의 좀더 빠른 판독을 용이하게 실현할 수 있도록 한다.

본 발명은 광학 기록 매체와 함께 본 발명에 따른 방법, 장치, 및 시스템의 바람직한 실시예를 단지 예시 형태로 도시하는 첨부한 도면을 참조하여 다음에 보다 상세하게 기술될 것이다.

## 실시예

### 발명을 실시하기 위한 최상 모드

도 1은 본 발명의 광학 기억 시스템(1)의 블록도를 도시한다. 홀로그래픽 광학 기억 시스템(1)은 광학 기록 매체를 포함한다. 이 광학 기록 매체는 카드 위치 결정 유닛(4) 상에 일반적으로 고정되어 있는 광 카드(2)가 바람직하다. 이 광 카드(2) 대신에 본 발명을 실현하기 위해 광 디스크나 광 테이프가 적합하다는 것을 강조한다. 카드 판독/기록 광학부(3)에 의해 이 광 카드(2)를 판독하거나 이 광 카드(2)에 기록한다. 실제로 마이크로프로세서인 메인 컨트롤러(5)가 광학 기억 시스템(1)의 기능을 제어한다. 메인 컨트롤러(5)는 데이터 프로세서(6), 동기 회로(8), 및 위치 결정 컨트롤러(9)를 제어한다. 메인 컨트롤러(5)는 또한 인터페이스(7)에 연결된다. 데이터 입력 및 출력은 인터페이스(7)를 통해 이루어지고, 데이터 처리는 데이터 프로세서(6)에 의해 이루어진다. 동기 회로(8)는 판독/기록 광학부(3)의 판독/기록 기능(function)을 위치 결정 컨트롤러(9)의 위치 결정 기능과 동기시킨다.

도 2는 도 1에 도시한 홀로그래픽 판독/기록 광학부(3)의 광학 시스템을 도시한다. 도 2의 실시예에서, 홀로그래픽 판독/기록 광학부(3)는 기록 광학부(51)와 판독 광학부(52)를 구비한다. 이 두 광학부(51, 52)는 완전히 분리되어 있고, 개별적인 이동 시스템(moving system)을 갖지만, 실제 실시예에서 이 두 광학부(51, 52)는 공통의 위치 결정 시스템에 의해 함께 이동한다. 다른 바람직한 실시예에서, 기록 광학부(51)와 판독 광학부(52)가 고정되어 있고, 광 카드(2)는 도 1의 위치 결정 메카니즘(4)에 의해 이 광학부(3)의 위치에 비례하여 적절히 위치한다(도 7 참조).

기록 광학부(51)는 가시 영역인 532nm 근처의 청색-녹색 영역에서 동작하는 기록 레이저(20)를 포함한다. 이 기록 레이저(20)는 반도체 레이저가 바람직하지만, 다른 형태의 레이저도 또한 적합하다. 그러나, 기록 동작을 위해 사용되는 레이저는 반드시 충분한 코히런스 길이(coherence length), 즉, 피사체 빔과 기준 빔 간의 경로 차이보다 긴 길이를 가져야 한다. 기록 레이저(20)의 빔은 반파 플레이트(half-wave plate, 24), 빔 정형화 광학부(22) 및 빔 스플리터(23)를 거쳐 직진한다. 빔 정형화 광학부(22)는 공지된 방식으로 레이저(20)의 가우스 세기 분포(Gaussian intensity distribution)를 사각형 휘도 세기 분포로 바꾼다. 이러한 변형을 제안하는 것은 전체 피사체 공간(object space)에 즉, 피사체 SLM(spatial light modulator, 25) 상에 균일한 세기를 제공하기 위한 것이다. 편광 빔 스플리터(23)는 빔을 피사체 빔(15)과 기준 빔(16)을 분리한다. 편광 빔 스플리터(23)를 통과한 후, 도 3의 면에 대해, 피사체 빔(15)은 가로로 편광되고 기준 빔(16)은 세로로 편광된다. 기준 빔(16)을 기준 SLM(26)쪽으로 보낸다. 기준 SLM(26)이 기준 빔(16)을 반사하므로 편광은 가로 편광으로 바뀔 것이다. 이 기준 빔(16)은 또한 빔 스플리터(23)와 다른 1/4파 플레이트(35)를 거쳐 직진한 후, 다음에 기술되는 대물렌즈(27)를 통과하여 광 카드(2)의 표면 상에 충돌한다. 1/4파 플레이트(35)를 거쳐 통과한 후, 기준 빔(16)의 직선 편광(linerar polarisation)은 원편광(circular polarisation)으로 바뀔 것이다.

빔 스플리터(23)를 벗어난 후, 피사체 빔(15)은 가로 편광으로 피사체 SLM(25) 상에 충돌한다. 피사체 SLM(25)에서 반사되는 피사체 빔(15)은 빔 스플리터(23)와 1/4파 플레이트(35)를 거쳐 광 카드(2)쪽으로 다시 편향된다. 피사체 SLM(25)에서의 반사로 인해, 피사체 빔(15)은 두 번째 시기에 빔 스플리터(23)로 입사하여 통과하면 세로로 편광될 것이다. 다시, 피사체 빔(15)의 수직 직선 편광(orthogonal linear polarisation)은 1/4파 플레이트(35)를 통과한 후 수직 원편광(orthogonal circular polarisation)으로 변하지만, 피사체 빔(15)의 회전 방향은 기준 빔(16)의 회전 방향과 반대이다. 마지막으로, 피사체 빔(15)은 동일한 대물렌즈 시스템(27)을 거쳐 광 카드(2)의 표면 상에 부딪히고, 바꾸어 말하면, 기준 빔(16)과 피사체 빔(15)은 광 카드(2)로/광 카드(2)로부터 공통의 광축을 갖는다. 이러한 광학 시스템 구조를 온-축(on-axis) 구조라고 한다. 다음에 기술하는 것과 같이, 피사체 빔(15)과 기준 빔(16) 각각의 SLM(25, 26)을 이용하여 이 피사체 빔(15)과 기준 빔(16)을 변조한다. 이 SLM(26, 25)은 개별 세그먼트의 광 반사 특성을 적당한 회로, 본 발명에서는 데이터 처리 회로(6)를 이용하여 개별적으로 제어할 수 있는  $1024 \times 1024$  또는  $512 \times 512$  픽셀 세그먼트를 갖는 LCD 소자가 바람직하다. 피사체 SLM(25)을 데이터로 부호화하고, 반면에 기준 SLM(26)을 위상 어드레스(phase address)로 부호화한다. 이 실시예에서, 피사체 SLM(25)은 전송되는 광의 진폭(세기)을 변조하는 장치이지만, 다른 형태의 SLM도 본 발명의 장치에 사용될 수 있다. 예를 들면, 편광 각도(polarisation angle)를 제어할 수 있는 매트릭스 편광 변조기(matrix polarisation modulator)를 역시 적용할 수 있다. 다음에 기술하는 것처럼, 기준 SLM(26)은 기준 빔(16)에  $\pi$ 위상 지연을 부가할 수 있는 편광(polarising) SLM이다. 본 실시예에서는 렌즈 시스템(27)으로 표시되는 적당한 대물렌즈 시스템, 바람직하게는 퓨리어 변환 렌즈(Fourier transform lens)를 이용하여 피사체 빔(15)과 기준 빔(16)을 광 카드(2) 상에 영상화한다. SLM(26, 25)에 그리고 광 카드(2)의 표면 상에 적당한 빔 형상을 얻기 위해, 현재 기술하지 않은 렌즈, 조리개, 거울 등과 같은 다른 광학 구성요소를 역시 사용할 수 있다는 것은 당연하다. 실제로, 광 카드(2) 면의 정해진 위치에 피사체 빔(15)과 기준 빔(16)의 초점을 조절하기 위해 공지된 초점 및 트랙킹 서보 광학부(focus and tracking servo optics) 및 메카니즘을 사용할거라는 것도 또한 알 수 있을 것이다.

도 2에 도시한 판독/기록 광학부(3)의 실시예에서, 광 카드(2) 상의 홀로그램을 검출하는 것은 판독 광학부(52)에 의해 이루어진다. 판독 광학부(52)의 구조는 기록 광학부(51)의 구조와 유사하지만, 판독 레이저(21)는 적색 레이저(red laser)이다. 본 실시예에서의 판독 레이저(21)는 가시 영역인 600nm 내지 700nm 사이의 적색 영역에서 동작하고, 다른 반도체 레이저나 LED, 또는 He-Ne 레이저가 바람직하다. 따라서 1/4파 플레이트(35')를 이 적색 레이저의 광장에 맞춘다. 피사체 SLM(25) 대신에, CCD 검출기(29)가 존재한다. 적당한 영상 광학 장치, 바람직하게 본 실시예에서는 대물렌즈(28)로 도시하는 퓨리어 변환 렌즈로 이 CCD 검출기(29) 상에 홀로그램을 영상화하다. CCD 검출기(29)는 피사체 SLM(25)의 비트맵(bitmap) 영상을 갖고 있는 홀로그램에 저장되어 있는 데이터를 판독한다.

기록된 정보는 얇은 퓨리어 홀로그램으로 저장된 데이터 페이지 형태이다. 이것은 이 홀로그램을 종래 체적 홀로그램처럼 취급할 수 없다는 것을 의미한다. 그러나 홀로그램이 매우(enough) 두껍기 때문에, 이 홀로그램의 두께 또한 무시할 수 없다. 본 발명에 따른 이러한 홀로그램은 두꺼운 격자(grating)에 효과적인 소위 브래그 회절(Bragg diffraction)과 매우 얇은 격자에 효과적인 회절 사이에 존재하는 중간의 회절 패턴을 가진다. 본 발명에서 사용한 총 두께는 실제로 300nm 및 3000nm 사이이고, 이것은 최종 회절 패턴이 커다란(appreciable) 광장 및 각도 선택도를 갖는 한정된 총 두께의 회절 패턴이라는 것을 의미하지만, 이러한 것은 두꺼운 홀로그램의 선택도에는 미치지 못한다.

본 발명에 따르면, 반사 투과 홀로그래피(transmission holography)로 홀로그램 기록 동작을 실행한다. 이 홀로그래피 기록 방법의 원리를 도 4a 및 도 4b를 참조하여 설명한다. 도 4a 및 도 4b는 기록층(33) 하부에 반사층(32)을 갖는 광 카드(2)의 단면도를 도시한다. 기록층(33)은 상대적으로 얇고, 반사층(32)은 판독 광장일 때 광을 반사하지만, 기록 광장일 땐 광을 흡수하는(또는 대안적으로 투과하는) 광장 선택층이다. 기록 동작 중(도 4a 참조), 홀로그램(61)은 기준 빔(16)과 피

사체 빔(15) 사이의 편광 간섭 패턴(polarisation interference pattern)에 의해 광 카드(2)의 기록층(33)에 생성된다. 도 4a 및 도 4b에서, 입사 기준 빔(18) 및 반사 기준 빔(18')이 판독 단계에서 보다 나은 실시예를 제공하기 위해 서로 상이한 각도로 입사되고 출사되지만, 실제로 입사 기준 빔(18)과 반사 기준 빔(18')은 거의 평행하고 적어도 바람직한 실시예에서는 공통의 광축을 갖는다는 것을 주목해야 한다. 반대로, 피사체 빔(15, 17)과 기준 빔(18, 18')은 비록 공통의 축을 갖고 있지만, 실제로는 서로 작은 각도를 형성한다. 판독하는 동안(도 4b 참조), 입사 기준 빔(18)은 원래 기록 피사체 빔(15)의 정보 내용(content)을 재생하는 피사체 빔을 생성한다. 이 재생된 피사체 빔은 투과되는 피사체 빔(19)처럼 일반적으로 홀로그램(61)으로부터 출사될 것이다. 그러나 이 투과된 피사체 빔(19)은 반사층(32) 상에 반사되고, 한번 더 기록층(33)을 거쳐 퍼져나가며, 반사되는 피사체 빔(17)처럼 기록층(33)으로부터 출사된다. 물론, 기준 빔(18)도 반사된 기준 빔(18')처럼 반사되지만, 이 후자의 경우는 다음에 도시하는 것처럼 편광 특성과 상이한 빔 회절을 이용하여 반사된 피사체 빔(17)으로부터 분리될 것이다.

위에서 설명한 것처럼, 본 발명에 따른 반사 투과 홀로그래피 처리에서, 투과 모드에서 홀로그램의 판독을 행하지만, 투과된 피사체 파는 반사층에 의해 반사되어, 기록 매체를 거쳐 퍼져나가며, 기준 파가 도달하는 동일한 면에서 검출된다.

본 발명에서 사용된 홀로그래픽 기록 처리를 일명 편광 홀로그래피라고 칭한다. 서로 수직인 편광을 갖는 두 개의 평면파(plane wave)로 편광 홀로그래픽 기록을 실현한다. 이러한 형태의 기록 동작에서 최종 광 필드의 변조는 세기에 의해서 이루어지지 않고 편광에 의해서만 이루어진다. 유도 광 이방성(induced optical anisotropy) 「2 색성(dichroism)이나 복굴절(birefringence)」은 기록 광 필드의 편광 변조에 따라서 공간적으로 변조된다. 즉 편광 홀로그래픽 격자가 기록된다. 편광 홀로그래픽 격자가 기록될 수 있다는 가능성은 이미 공지되어 있다. 회절 효율( $\eta$ )이 편광 멀티플렉싱의 기초를 형성하는 편광 간섭 패턴의 형태에 의존한다는 것도 역시 도시되어 있다. 이러한 사실은 광 유도 이방성 값이 매우 클 때, 증폭 변조에 대해서는 25%까지 그리고 위상 변조에 대해서는 100%까지 편광 격자의 기록 효율을 높일 수 있다는 것에 기초한다. 기록 동작이 두 개의 수직 원편파(orthogonally polarised wave)로 이루어질 때, 회절 효율은 재생 파(reconstructing wave)의 타원율(ellipticity)에 크게 의존하다. 이 타원율을 변경함에 따라, 회절 효율은 0에서 최대값까지 변할 수 있다. 피사체 파와 기준 파가 평행한 편광을 가질 경우, 보통의 세기 간섭 패턴이 발생한다, 즉, 광 필드의 세기가 동시에 변조된다. 이 피사체 파와 기준 파가 서로 수직인 편광을 가질 때, 최종 광 필드의 세기는 일정하며 단지 이 편광은 편광 간섭 패턴을 발생하는 피사체 파와 기준 파 사이의 위상 시프트 변화에 따라서 주기적으로 공간 변조된다. 적당한 재료에 이런 양 간섭 결과(effect)를 기록할 수 있다. 도 2 및 도 3에 도시한 장치에 대한 실시예에서, 이러한 결과를 이용하였다. 바람직한 경우에, 피사체 SLM(25)은 세기 변조를 실시하지만(provide), 또한 판독 SNR을 개선하기 위해 기준 빔(16)과 피사체 빔(15)을 수직으로 편광한다.

광 이방성(photoanisotropic) 재료에 홀로그램을 기록하는 동안, 공간 편조된 광 이방성(spatially modulated optical anisotropy)으로서 편광 간섭 패턴을 기록한다. 본 발명의 방법을 바람직하게 실현할 때, 소위 사이드 체인 아조벤젠 폴리에스터(side chain azobenzene polyester, SCP)를 사용한다. 기록 처리에서, 기록 매체의 분자(molecule), 예를 들면, SCP 화합물은 입사 광빔의 편광에 따라서 배열된다. 기록 처리는 청색 광 또는 녹색 광을 이용하며, 적색 광을 이용하여 홀로그램의 판독을 수행한다. 예를 들면 아조벤젠 SCP 재료에서의 기록 처리는 "Side-chain Liquid Crystalline Polyester for Optical Information Storage", in: Pplymers for Advanced Technologies, Vol. 7, pp. 768-776에 상세하게 기재되어 있고, 이 기재 내용은 본 명세서에서 이를 인용함으로써 본 명세서의 일부를 이룬다. 홀로그래픽을 기록하기에 적합한 유사한 재료가 또한 공지되어 있고, 긍정적으로 이 재료를 사용할 수 있다. 편광 홀로그래피의 원리는 "Polarisation holography. 1: A new high-efficiency organic material with reversible photoinduced birefringence", Appl. Opt., Vol. 23, No. 23, 1 December 1984, pp. 4309-4312와 "polarisation holography. 2. Polarisation holographic gratings in photanisotropic materials with and without intrinsic birefringence", Appl. Opt., Vol. 23, No. 24, 15 December 1984, pp. 4588-4591에 기재되어 있다. 이 기재 내용도 역시 본 명세서에서 이를 인용함으로써 본 명세서의 일부를 이룬다. 편광 홀로그래피의 중요 특성은 기준 빔(16)과 반사된 피사체 빔(15)이 수직으로 편광되게 선택될 경우, 편광 소자로 이 기준 빔(16)과 피사체 빔(15)을 완전히 분리할 수 있다는 것이다. 이것은 커다란 SNR의 값을 크게 증가시킨다. 도 2에 도시한 바와 같이, 1/4파 플레이트(35)와 편광 빔 스플리터(23)로 기록 레이저(20)와 판독 레이저(21)의 편광된 타원형의 초기 빔(originally elliptic polarised beam)을 세로로 편광된 피사체 빔(15)과 가로로 편광된 기준 빔(16)(기준 면은 도 2의 면)으로 바뀐다. 판독할 때, 편광 수단과 공간 필터링 수단의 도움으로 반사된 기준 빔(18')에서 반사된 피사체 빔(17)을 분리한다. 이 경우, 이 편광 수단과 공간 필터링 수단은 반파 플레이트(30)와 빔 차단부(bean stop, 36)를 포함한다. 반사된 피사체 빔(17)은 반파 플레이트(30)를 통과한 후 가로로 편광된다. 반파 플레이트(30)의 중앙부에 기준 빔(18)을 위한 개구부(37)를 형성한다. 이 개구부(37)를 통과하여 빔 스플리터(23')로부터 검출기(28)쪽으로 일부 반사하는 반사된 기준 빔(18')을 필터링하기 위해 빔 차단부(36)가 중앙에 검출기(29) 앞에 위치한다. 빔 차단부(36)는 또한 판독 레이저(21)에서 바로 입사하는 기준 빔(18)을 필터링하다. 그러나 기록 파장과 판독 파장의 차이로 인해, 반사된 피사체 빔(17)은 홀로그래픽 카드(2) 상의 홀로그램에서부터 반사된 기준 빔(18')쪽으로 작은 각도로 회절할 것이다. 회절시의 이러한 차이가 반사된 기준 빔(18')에서부터 반사된 피사체 빔(17)을 공간 필터링(spatial filtering)할 수 있

도록 한다. 다음에 기술하는 것과 같이, 대물 렌즈(28)는 반사된 기준 빔(18')에서부터 공간 분리된 반사된 피사체 빔(18')을 보유하지만, 동시에 반사된 피사체 빔(17)을 검출기(29)의 주변부 상에 영상화하여 피사체 빔(17)에 해당하는 정확한 영상을 제공할 것이다.

편광 기술을 반사 투과 기록 방법과 함께 이용할 경우 회절 효율이 또한 향상된다는 것을 주목하라. 이것은 편광된 기준 빔이 반사층(32)의 인터페이스층 상에서  $\pi$ 만큼 위상 시프트되기 때문이다. 이것은 회전 방향이 원편광 빔과 정반대로 변하지만, 동시에 이 빔의 전파 방향(propagating direction)도 반대라는 것을 의미한다. 기록층을 거쳐 반대로 이동할 때 이 편광된 빔은 동일한 방향으로 회절하는 결과를 초래할 것이다.

도 2도 되돌아가서, 판독 왜곡을 보정할 수 있도록 판독 대물 렌즈(28)를 설계한다. 이 왜곡은 레이저들(20, 21) 간의 파장 차이로 인해 발생한다. 광학 시스템이 온-축 구조이기 때문에, 이 왜곡은 축을 중심으로 대칭으로 발생하므로, 대물 렌즈(28)로서 동작하는 적절히 설계된 비구면 렌즈로 이 왜곡을 보정할 수 있다. 중심 광선(ray)에 대한 왜곡은 심하지 않지만, 영상 공간(image space)의 에지에 가까운 광선에 대한 왜곡은 심하다. 판독 광학부(52)의 중심 광선은 기준 빔(18)으로 미리 정해놓았기 때문에, 단지 대물 렌즈(28)의 주변부만을 피사체 빔(17)에 맞출 필요가 있다.

도 4a 및 도 4b는 광학 기록 매체의 개략적인 단면도이다. 도 4a 및 도 4b에서 기록 매체는 본 발명의 광 기억 시스템에 사용한 광 카드(2)이다. 광 카드(2)는 적당한 플라스틱 재료, 예를 들면 폴리카보네이트(polycarbonate)나 PVC로 이루어져 있고 상대적으로 0.1mm 내지 5mm의 두께를 갖는 플라스틱 기판(31)을 구비한다. 거의 100nm의 두께를 갖는 파장 선택 반사층(32)을 진공 증착(vacuum evaporation), 스퍼터링(sputtering), 또는 다른 적당한 공정으로 기판(31) 상에 증착한다. 이 반사층(32)의 목적은 판독하는 동안 기록층(33)을 가로지르는 피사체 빔을 반사하기 위한 것이다. 그러므로, 반사층(32)은 판독 파장을 반사해야 하지만, 기록 파장에 대해서는 반사하지 않는 것이 바람직하다. 기록 빔에 대한 반사를 억제하여, 기록하는 동안 기준 빔(16)과 피사체 빔(15)의 반사로 인한 교란 간섭(disturbing interference)이 발생하지 않도록 하는 것이 바람직하다. 보호층(34)은 반사층(32) 위의 기록층(33)을 기계적이고 화학적인 작용으로부터 보호한다.

도 5는 기록면(recording side) 즉, 보호층(34)의 면에서 본 광 카드(2)의 평면도이다. 광 카드(2)의 양쪽 면에 기억 표면(starage surface)을 형성하기 위한 방식에는 없지만, 실제로 광 카드(2)의 일측 면만이 데이터 기록을 위해 이용되고, 광 카드(2)의 다른 면은 육안으로 판독하기 쉬운 기록 정보 즉, 광 카드(2)의 종류(type)에 관한 짧은 정보에 관한 텍스트용으로 이용된다. 광 카드(2) 상에서 실행되는 기록은 각각 대략  $0.8 \times 0.8\text{mm}^2$ 의 크기를 갖는 사각형 형태의 매우 작은 홀로그램(61)의 형태로 이루어진다. 도 5에 도시하고 있는 다른 여러 홀로그램(61i, 61j, 61k)은 모두 홀로그램(61)과 동일한 구조를 갖는다. 홀로그램(61)은 서로 약 200 $\mu$ (micron)씩 떨어져 있고, 이 홀로그램(61)들 사이에 위치 결정 표시기(62, 63)와 식별 표시기(identifying marker, 64)를 형성한다. X 방향으로의 위치를 결정하기 위해서는 한 셋트의 표시기(62)를 이용하고, Y 방향으로 판독/기록 광학부를 정렬하기 위해서는 다른 셋트의 표시기(63)를 이용한다. 식별 표시기(64)는 광 카드(2) 상의 홀로그램(61) 위치에 관한 정보를 포함할 수 있고, 또한 홀로그램(61)의 종류에 관한 정보를 포함할 수 있다.

도 3은 도 2에서 제시한 본 발명의 기록/판독 광학부의 변형 예를 도시한다. 도 3에 도시한 광학 시스템은 기록 광학부(51)와 판독 광학부(52)를 공통 유닛 내에 결합시킨다. 이 광학 시스템의 기본 구조는 기록 광학부(51)의 모든 구성요소를 포함하고, 기록 피사체 빔과 기록 기준 빔의 광로는 대체로 동일하다. 따라서, 도 3의 결합된 판독/기록 광학부(51, 52)는 가시 영역 중 약 532nm 근처의 청색-녹색 영역에서 동작하는 기록 레이저(20)를 포함한다. 판독 레이저(21)는 가시 영역 중 대략 630nm의 적색 영역에서 동작하고 다른 반도체 레이저나 LED, 또는 He-Ne 레이저가 바람직하다. 기록 레이저(20)의 빔은 반파 플레이트(24), 빔 정형화 광학부(22) 및 빔 스플리터(23)를 통과하면서 직진한다. 판독 레이저(21)의 광은 중성 빔 스플리터(neutral beam splitter, 41)를 거쳐 광학 시스템으로 입사한다. 빔 정형화 광학부(22, 22')는 레이저(20, 21)의 가우스형 세기 분포를 사각형 세기 분포로 비꾼다. 기록하는 동안, 빔 스플리터(23)는 빔을 피사체 빔(15)과 기준 빔(16)으로 분리한다. 기준 빔(16)은 빔 스플리터(41)를 거쳐 기준 SLM(26) 쪽으로 보내진다. 기준 빔(16)은 기준 SLM(26)으로부터 반사되어, 다시(back) 빔 스플리터(41), 빔 스플리터(23), 1/4파 플레이트(45)를 통과하고, 다음에 기술하는 대물 렌즈 시스템(47)을 거쳐 광 카드(2)의 표면에 부딪힌다. 기준 빔(16)의 광로에 중성 빔 스플리터(41)를 삽입함에 따라 발생하는 지연을 보상할 필요가 있다. 그러므로, 결합된 판독/기록 광학부(3)에 부가적인 구성요소를 추가해야 한다. 이 부가적인 구성요소는 피사체 빔(15)의 광로에 필요한 지연을 제공하는 보상부(43)이다. 도 3의 실시예에 도시한 1/4파 플레이트(45)를 전자 제어하여 기록 빔이나 판독 빔의 파장을 조정할 수 있다는 것을 주목해라. 이와 달리, 판독 레이저나 기록 레이저의 파장에 1/4 파플레이트(45)를 맞출 수 있고, 파장의 차이로 인해 발생하는 노이즈를 적당한 수단으로 제거하거나 억제할 수 있다.

빔 스플리터(23)를 통과한 피사체 빔(15)은 보상부(43)를 거쳐 피사체 SLM(25) 상에 부딪힌다. 피사체 빔(15)은 피사체 SLM(25)으로부터 보상부(43), 빔 스플리터(23), 및 1/4파 플레이트(45)를 거쳐 다시 광 카드(2)쪽으로 반사된다. 피사체 빔(15)은 동일한 대물 렌즈(47)를 거쳐 광 카드(2)의 표면에 부딪히므로, 기준 빔(16)과 피사체 빔(15)은 광 카드(2)로부터

/광 카드(2)쪽으로 공통의 광축을 갖는다. 그래서, 결합된 판독/기록 광학부(3)를 역시 온-축 구조로 조립한다. 개별적인 판독 광학부(52) 및 기록 광학부(51)의 경우와 유사하게 SLM(26, 25)이 자신들의 피사체 빔(15)과 기준 빔(16)을 각각 변조한다. 대물 렌즈 시스템(47)은 광 카드(2) 상에 피사체 빔(15)과 기준 빔(16)을 영상화한다. 역시, SLM(26, 25)에 그리고 광 카드(2)의 표면 상에 적당한 빔 영상을 얻기 위해 레이저, 조리개, 거울 등과 같은 다른 광학 구성요소를 사용할 수 있다. 대물 렌즈 시스템(47)의 기능을 도 6a 및 도 6b를 참조하여 상세하게 설명한다.

도 3으로 돌아가서, 판독 레이저(21)를 이용하여 홀로그램을 판독한다. 판독 레이저(21)의 빔은 중성 빔 스플리터(41)를 거쳐 광학부로 입사하고, 기준 SLM(26)쪽으로 반사된다. 기준 빔(18)은 기준 SLM(26)에서부터 중성 빔 스플리터(41), 편광 빔 스플리터(23), 1/4파 플레이트(45), 기록을 위해 이미 사용한 동일한 대물 렌즈(47)를 거쳐 광 카드(2)쪽으로 반사된다.

입사하는 기준 빔(18)은 광 카드(2) 상의 홀로그램에서 회절하고, 반사된 피사체 빔(17)이 발생될 것이다. CCD 검출기(29)로 광 카드(2)상의 홀로그램을 검출한다. 중성 빔 스플리터(41)는 반사된 피사체 빔(17)을 CCD 검출기(29)쪽으로 반사한다. 판독하는 동안 전자적으로 제어 할 수 있는 1/4파 플레이트(45)를 판독 레이저(21)의 파장에 맞춘다. 도 2에 도시한 광학 시스템에서처럼, 반사된 피사체 빔(17)은 반사된 기준 빔으로부터 분리되지만, 이 경우 공간 필터링에 의해서만 분리된다. 검출기(29)의 중간 영역 앞에 위치한 빔 차단부(36)가 이 공간 필터링을 행한다. 바람직한 실시예에 따른 파장 왜곡 정정 수단의 원리를 도 6a 및 도 6b에 도시한다. 도 2 및 도 3에 도시한 실시예에서, 대물 렌즈 시스템(28, 47)으로 파장 왜곡 정정 수단을 구현한다. 대물 렌즈 시스템(28, 47)의 기능을 도 3의 광학 셋업(setup)과 유사한 간단한 광학 셋업을 도시한 도 6을 참조하여 설명한다. 도 3의 대물 렌즈 시스템(47)은 하나 이상의 비구면 플라스틱 렌즈나 비구면 유리 렌즈로 이루어져 있다. 적어도 하나의 비구면 렌즈(48)는 자신의 유효 개구부내에 중심 영역(49)과 환형 영역(annular region, 50)을 포함한다. 이 중심 영역(49)과 환형 영역(50)을 가지는 개구부를 도 6b에 도시한다. 도 6a에 도시한 바와 같이, 기록하는 동안 피사체 빔(15)의 유효 단면부는 환형 영역(50)을 통과하고, 반면에 기준 빔(16)은 중심 영역(49)만을 통과한다. 판독하는 동안, 판독 기준 빔(18)은 중심 영역(49)에 한정되지만, 반사 투과 빔, 즉 반사된 피사체 빔(17)은 파장이 길기 때문에 보다 큰 각도로 회절할 것이다. 그러므로, 반사된 광 빔(17)의 작은 파편(fraction)이 중심 영역(49)을 거쳐 통과하고 잔존하는 보다 큰 파편은 환형 영역(50)을 거쳐 통과할 것이다. 따라서, 반사된 피사체 빔(17)의 파장 왜곡을 보상하고, CCD 검출기(29) 상에 왜곡이 없는(distortion-free) 홀로그램(61) 영상을 제공할 수 있도록 환형 영역(50)을 형상화한다. 판독 파장 및 기록 파장 모두에서 기준 빔(16, 18)에 대한 만족스런 영상화를 실현할 수 있도록 중심 영역(49)을 형상화한다. 물론, 중심 영역(49)의 형상은 이상적인 형상화를 위해 최적의 렌즈 형상 사이에서 조절되므로, 적은 양의 왜곡이 기준 빔(16, 18)에서 발생할 것이다. 그러나 중심 영역(49)에서의 입사 각도가 환형 영역(50)의 입사 각도보다 작기 때문에, 이 정도의 왜곡은 허용할 수 있다.

또한 도 3의 결합된 광학부(3)와 도 2의 개별적인 판독 광학부(52)과 기록 광학부(51) 모두에서 기준 SLM(26)을 거울로 대체할 수 있다는 것을 주목해라. 기준 SLM(26)의 목적은 결정 위상 부호화(deterministic phase encoding)를 이용하는 소위 멀티플렉싱(multiplexing)을 가능하게 하는 것이다. 이 방법은 "Volume hologram multiplexing using a deterministic phase encoding method", Opt. Comm. 85(1991), pp. 171-176에 개시되어 있다. 이 멀티플렉싱 방법에서, 액정 SLM(liquid crystal spatial light modulator, LCSLM)을, 본 발명의 경우는 기준 SLM(26)을 기준 빔의 경로에 위치시킨다. 기준 SLM(26)의 각 픽셀 위치는 두 위치 즉, 입사하는 빔의 위상에  $\pi$ 를 더한 위치 또는 변하지 않은 위상을 그대로 유지하는 위치로 절환될 수 있다. 이러한 방식에서, 상이한 기준 파면(reference wavefront)이 발생될 수 있다. 소정 기준 빔을 위한 조정 가능한 한 셋트의 위상은 대응하는 피사체(object)의 어드레스(address)를 의미한다. 재생 과정 중에 이 소정 기준 빔은 단지 자신의 대응 피사체 빔만을 재생하지만, 검출된 신호 세기가 작다는 것이 도시된다. 하나의 물리적 홀로그램(physical hologram) 내에 독립적으로 기록 가능한 서브 홀로그램의 개수는 상이한 위상 어드레스의 개수와 동일하다. 물론, 신호 세기가 감소하기 때문에, 기록된 서브 홀로그램의 SNR도 물론 감소하여 실제로 멀티플렉싱의 동작을 제한한다. 멀티플렉싱을 위한 양호한 조건으로는 홀로그램의 두께가 두꺼운 것이 좋지만, 판독 파장과 기록 파장의 차이는 두꺼운 홀로그램으로 인해 피사체 공간의 에지에 큰 왜곡을 발생시킬 것이다.

위상-코드 멀티플렉싱(phase-code multiplexing) 기술은 얇은 홀로그램에 효과적이라고(work well) 알려져 있다. LCSLM의 픽셀 수를 증가시켜 멀티플렉스되는 홀로그램의 개수를 증가시킬 수 있다. 크로스토크(crosstalk)를 최소화하기 위해, 상이한 위상 코드를 찾아야만 하고, 최소한의 크로스토크를 갖는 위상 코드를 실제로 선택해야 한다. 멀티플렉스된 서브 홀로그램의 최대 개수를 한정하는 중요한 요소는 LCSLM 픽셀의 회절 제한된 스폿(spot) 크기이다. 실제로 실현 가능한 멀티플렉스된 서브 홀로그램의 개수는 대략 5 내지 30개이다.

위에 기술한 위상 부호화 이외에, 광학부의 셋업은 온-축 구조로 설계하지 않지만 기준 빔과 피사체 빔이 서로 각을 형성 하다면, 소위 편광 멀티플렉싱 기술을 또한 사용할 수 있다. 두 개의 수직 원편파로 기록하는 경우, 회절 효율은 재생하는 파의 편광에 실제로는 파의 타원율에 크게 의존한다.  $\lambda/4$  플레이트로 판독 파의 타원율을 제어 할 수 있다. + 1 오더(order)

에서 회절 효율은 기록하는 동안 재생하는 파의 편광이 기준 파의 편광과 일치할 때 최대값이 되고 수직 편광일 때 0이 된다. 동시에 -1 오더에서 회절 효율의 변화는  $90^\circ$ 로 시프트된 유사한 관계를 갖는다; 회절 효율이 +1오더에서 최대값이 되면, -1 오더일 때 0이 되며, 그 반대의 경우도 성립한다. 그러므로, 편광 멀티플렉싱 방법은 다음과 같다.

- 원쪽 원편광 기준 빔으로 첫 번째 노출을 실시

('A' 홀로그램)

- 오른쪽 원편광 기준 빔으로 두 번째 노출 실시

('B' 홀로그램)

- 원쪽 원편광 판독 빔을 이용할 경우 'A' 홀로그램의 회절 효율은 최대가 될 것이고 'B' 홀로그램의 회절 효율은 최소가 될 것이며, 'B' 홀로그램의 중복이 최소가 되는 동안 'A' 홀로그램을 재생할 것이다.

- 오른쪽 원편광 판독 빔을 이용할 경우 'A' 홀로그램의 중복이 최소가 되는 동안 'B' 홀로그램을 재생할 것이다.

기록 빔의 편광에 대한 회절 효율의 감도(sensitivity)는 기록의 정보 용량을 두 배로 증가시킬 수 있다. 본 발명의 광학 기록 방법에서 편광 멀티플렉싱은 간단하게 결정 위상 부호화 멀티플렉싱(deterministic phase encoding multiplexing)과 결합될 수 있다. 데이터 프로세서(6)가 SLM(26)의 적당한 위상 부호화를 제어한다. 본 발명의 정보 기억 방법을 이용하는 실제 시스템에서는 5 내지 30배 위상 멀티플렉싱(five to thirtyfold phase multiplexing)이 고려된다. 편광 멀티플렉싱은 피사체 빔과 기준 빔의 편광 면을 회전시키기 위한 광학적 또는 기계적인 구성요소, 및 편광 구성 요소를 추가할 필요가 있다. 많은 개수의 기계적 및 광학적 구성요소로 인하여 이미 설명한 바람직한 실시예의 시스템보다 시스템의 구성이 더 복잡해지지만, 이러한 시스템도 역시 가능하다. 이론적으로 파장 멀티플렉싱(wavelength multiplexing)도 또한 가능하지만, 기록 파장과 판독 파장에 대한 SPC 재료의 고유 감도가 이를 비실용적으로 만든다.

또 다른 가능성은 회전 멀티플렉싱(rotational multiplexing), 즉 피사체 SLM이 광 카드 상의 홀로그램과 기준 빔에 의해 정해진 광축 주위에서 회전하는 것처럼 여러 피사체 SLM 영역을 광학 시스템에 연속적으로 연결시키는 것을 이용하는 것이다. 피사체 SLM의 실제 기계적인 회전이나 배치 또한 가능하다.

도 7은 본 발명에 따른 광학 시스템(1)의 가능한 기계적인 구조에 대한 개략도이다. 광학 시스템(1)은 판독/기록 광학부(3)와 카드 위치 결정 메카니즘(4)인 두 개의 주요 기계적인 구성요소를 갖는다. 판독/기록 광학부(3)는 홀로그래픽 판독/기록 광학부와 정밀한(fine) 서보 기구(servo)를 포함한다. 카드 위치 결정 메카니즘(4)은 X-모터(58), 바람직하게는 스텝퍼 모터(steppe motor)에 의해 움직이는 X-방향 운반 샤시(55)를 포함한다. 이 샤시(55)는 기판(56) 위에서 레일(rail) 상으로 움직인다. 샤시(55) 내에는 Y-모터(57)의 동작에 의해 동작하는 Y 방향 운반 샤시(59)가 배열되어 있다. 당연히, 판독/기록 광학부(3)에 대한 광 카드(2)의 위치를 결정하기 위한 다른 적합한 해결책이 존재한다. 예를 들면, 판독/기록 광학부(3)를 이동시키기 위해 운반 메카니즘을 제공할 수 있다. 반면에, 광 카드(2)는 고정되어 있고, 카드 위치 결정 메카니즘(4)은 외부에서 사용자가 카드 판독 장치 내로 삽입한 광 카드(2)를 안정적으로 고정시키고, 판독 및/또는 기록 동작 후 카드 위치 결정 메카니즘(4)은 광 카드(2)를 배출시킨다.

마지막으로 도 8은 본 발명에 따른 장치에 사용된 광학 시스템의 다른 실시예를 도시한다. 도 8의 광학 셋업은 도 2에 제시한 광학 셋업과 유사하다, 즉, 이것 역시 분리된 판독 광학부(51)와 기록 광학부(52)를 구비한 광학 헤드이다. 도 2에 도시한 광학 셋업과 비교해 커다란 차이점은 판독 광학부(52)에 있다. 판독 광학부(52)에서, 편광 빔 스플리터(23')를 중성 빔 스플리터(41)로 대체한다. 도 2의 반파 플레이트(30)를 제거하고, 반사된 피사체 빔(17)과 반사된 기준 빔(18) 간의 회절 차이를 이용하는 공간 필터링, 즉 빔 차단부(36)만으로 반사된 기준 빔(18')을 분리한다. 이런 해결책은 보다 적은 개수의 편광 구성요소를 필요로 한다는 장점은 있지만, 검출기(29) 상에서 광 세기가 약해져 좀더 작은 SNR을 발생시킬 수 있다.

본 발명에서 개략적으로 설명한 원리에 기초한 광 정보 기억 시스템은 입수 할 수 있는 광 카드와 비교할 때 매우 양호한 파라미터를 갖는다. 대략  $0.8\text{mm} \times 0.8\text{mm}$  크기의 홀로그램 상에 영상화된  $256 \times 256$  비트맵 영상의 픽셀 해상도(resolution)와  $1024 \times 1024$  실제 영상의 픽셀 해상도를 갖는, 신용카드 크기의 광 카드에 대한 데이터 용량은 족히 100Mb에 달할 것이다. 실제로, 순식간에 4개의 홀로그램을 판독한다고 가정하면, 100Mb의 데이터 전송 속도를 실현할 수 있다.

시스템의 다른 구성요소로 파장 왜곡 정정 수단을 실현할 수 있다는 것을 주목해라. 특히, 고 해상도의 CCD 검출기(29)를 이용하여 이 CCD 검출기(29) 상의 영상을 분해할 수 있는 적당한 소프트웨어로 왜곡 정정을 수행할 수 있다는 것을 미루어 짐작할 수 있다. 이러한 작업(task)은 데이터 프로세서(6)에 의해 행해질 수 있지만, 특별히 전용(dedicated) 프로세서 유닛의 사용도 또한 고려할 수 있다.

홀로그래픽 광 카드(2) 상에 기록된 정보의 부호화를 위해 데이터 프로세서(6)나 다른 부호화 유닛을 바람직하게 이용할 수 있다. 홀로그래픽 기록은 종래 매그네틱 또는 다른 형태의 광 카드와 비교할 때 본질적으로 보다 안전하다. 본 발명에 따르면, 도 5를 참조하여 다음에 설명하는 부호화(coding) 방법을 실행하기 위해 홀로그래픽 기록의 유리한 특성을 이용할 것을 제안한다.

위에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 기록 방법의 바람직한 모드에서, 정보는 광 카드 상의 상이한 물리적 및/또는 논리적 기록 위치에 기록된 여러 개별적인 홀로그램이나 서브 홀로그램의 형태로 존재한다. 이런 상이한 위치는 홀로그램(61i, 61j, 61k)에 의해 심벌화된다. 홀로그램은 자신의 시퀀스와 함께 기록된 정보를 구성하는 데이터 셋트를 포함한다. 예를 들면, 특정 파일의 정보 내용을 재생하기 위해, 61j, 61k, 61l의 순서대로 홀로그램을 판독해야 한다. 이러한 홀로그램 위치의 순서(order)나 시퀀스는 임의(random)로 정해진다, 즉 홀로그램이 가지고 있는 데이터 셋트는 임의의 시퀀스로 기록 위치에 기록된다. "임의"의 용어는 의사 랜덤 순서(pseudo-random ordering), 또는 비밀로 정해진 순서, 미리 정해진 순서, 그리고 시퀀스가 분명하지 않다는 것을 또한 의미한다. 도 5에 임의의 순서로 물리적 기록 위치를 도시하지만, 이 임의의 위치는 또한 임의 논리적 위치를 의미한다는 것을 주목해야 한다. 특히, 빠른 기록 및 판독 데이터 속도를 유지하기 위해, 기록 또는 판독 동안 물리적 위치를 일반적인 순서(natural order)로 결정하여, 한 기록 위치에서 다른 위치로 이동할 때 광 카드(2)나 판독/기록 광학부(3)의 빠른 기계적인 위치 재결정을 아무 문제없이 행할 수 있도록 하는 것도 고려될 수 있다. 이 후자의 경우, 임의의 위치 결정은 논리적인 위치에서만 이루어지고, 물리적인 위치는 순서가 정해져 있다. 정보가 멀티플렉스된 홀로그램에 기록될 경우, 각 멀티플렉싱 모드는 멀티플렉싱 어드레스를 나타낸다. 이 경우, 논리적 기록 위치는 멀티플렉싱 어드레스로 알 수 있다. 제안된 광 카드(2) 및 판독/기록 광학부(3)의 실시예에서, 위상-코드 멀티플렉싱을 이용하는 편광 홀로그래피가 정보를 기록한다. 그러므로, 하나의 물리적 홀로그램 체적은 각각 하나의 데이터 셋트를 포함하는 여려개의 서브 홀로그램, 아마도 30개의 위상-코드 멀티플렉스된 서브 홀로그램을 포함한다. 이 경우에, 하나의 홀로그램(61) 내에 존재하는 데이터 셋트의 논리적 기록 위치는 위상 코드 어드레스(n, 여기서 n은 정수이고 일반적으로 1 내지 30 사이에 값을 가짐)로 알 수 있다. 홀로그램(61i)에서 n번째 데이터 셋트의 위치에 대한 식별자는 61i/n으로 표시될 수 있다.

다음의 방식으로 데이터를 기록하고 판독한다.

식별자(61j/n)를 갖는 위치에 첫 번째 데이터 셋트를 기록한다. 이 위치의 식별자를 광 카드(2)의 디렉토리에 저장하고, 암호화하여, 권한을 부여받은 사람만이 이 식별자를 판독할 수 있도록 한다. 그런 후, 다음 데이터 셋트를 61j+ 1/p, 61j+ 2/q, 61j+ 3/r, 61j+ 4/s 등의 위치에 기록한다. 물리적 위치인 61j, 61j+ 1, 61j+ 2, 61j+ 3, 61j+ 4는 광 카드(2)의 동일한 행이나 열에서 차례로 위치함을 알 수 있다. 연속 부호인 n, p, q, r, s 등은 임의의 시퀀스로 정해진다. 물리적 홀로그램(61j)이 같을 경우, 모든 서브 홀로그램(61j/1 내지 61j/100)이 기록될 때까지 논리적 위치(61j/n, 61j/p, 61j/q, 61j/r, 61j/s 등)만이 임시의 시퀀스로 기록된다. 그런 다음, 기록 동작은 다음 물리적 홀로그램(61j+ 1)에서, 또는 대안적으로 임의로 선택된 물리적 홀로그램(61k)에서 계속 이루어진다. 후속 데이터 셋트의 위치에 대한 식별자를 이전 데이터 셋트에 저장한다. 이미 기술한 예에서, 서브 홀로그램(61j/n)의 데이터 셋트에 식별자(61j+ 1/p)를 저장하고, 서브 홀로그램(61j/p)의 데이터 셋트에 식별자(61j+ 2/q) 등을 저장한다.

데이터 셋트의 위치에 대한 임의의 시퀀스를 광 카드(2)의 디렉토리 영역에 동시에 저장할 수 있다. 이 경우, 전체 시퀀스를 암호화하고/암호화하거나 권한을 부여받지 못한 사람은 접근할 수 없도록 한다. 임의의 시퀀스에 대한 접근은 예를 들면, PIN(Personal Identification Number) 코드로 이루어질 수 있다.

본 발명이 첨부된 도면의 특정 실시예를 참조하여 도시되었지만, 다른 바람직한 실시예가 해당 분야의 당업자에 의해 실현될 수 있다. 자명하게, 홀로그램 기록 매체는 광 디스크나 광 테이프 형태로 제조될 수 있으므로, 광학 기록 장치는 광 카드(2)의 위치 결정을 위해 사용되는 메카니즘 대신에 적당한 디스크나 테이프의 위치 결정 및 회전/감기 메카니즘으로 변형될 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 광학 기억 시스템의 기능적인 블록도에 대한 개략적인 도면.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 시스템 및 장치의 홀로그래픽 판독/기록 광학부의 개략적인 도면.

도 3은 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 시스템 및 장치의 홀로그래픽 판독/기록 광학부의 개략적인 도면.

도 4a 내지 도 4b는 본 발명의 광학 시스템에 사용된 광학 기록 매체, 이 경우 광 카드의 개략적인 단면도를 도시하고, 본 발명에 따른 홀로그래픽 기록 방법의 원리를 예시하는 도면.

도 5는 본 발명에 따른 광 카드 위의 데이터 레이아웃을 도시하고, 정보의 부호화를 위해 사용된 방법을 예시하는 도면.

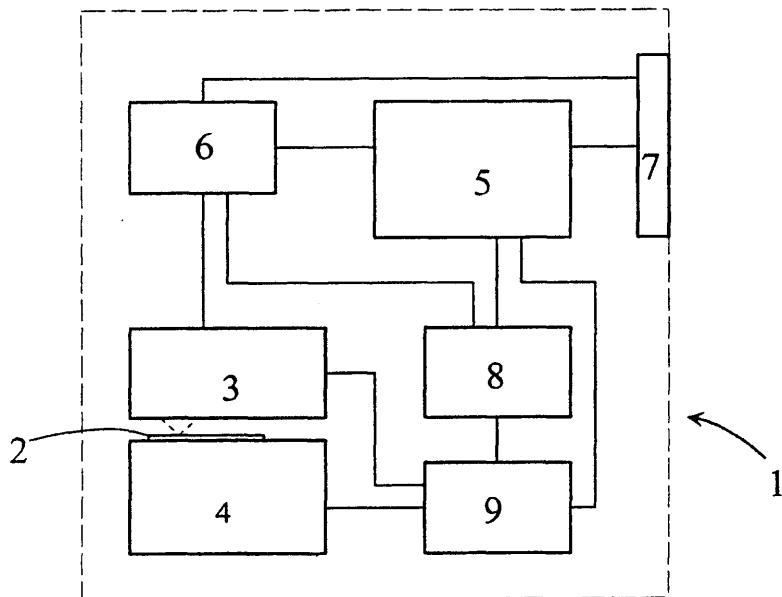
도 6a 및 도 6b는 도 3의 판독/기록 광학부에 발생하는 파장 왜곡(wavelength distortion)을 정정하기 위한 수단의 측면도 및 평면도.

도 7은 본 발명에 따른 장치의 기계적 위치 결정 시스템(mechanical positioning system)에 대한 개략적인 도면.

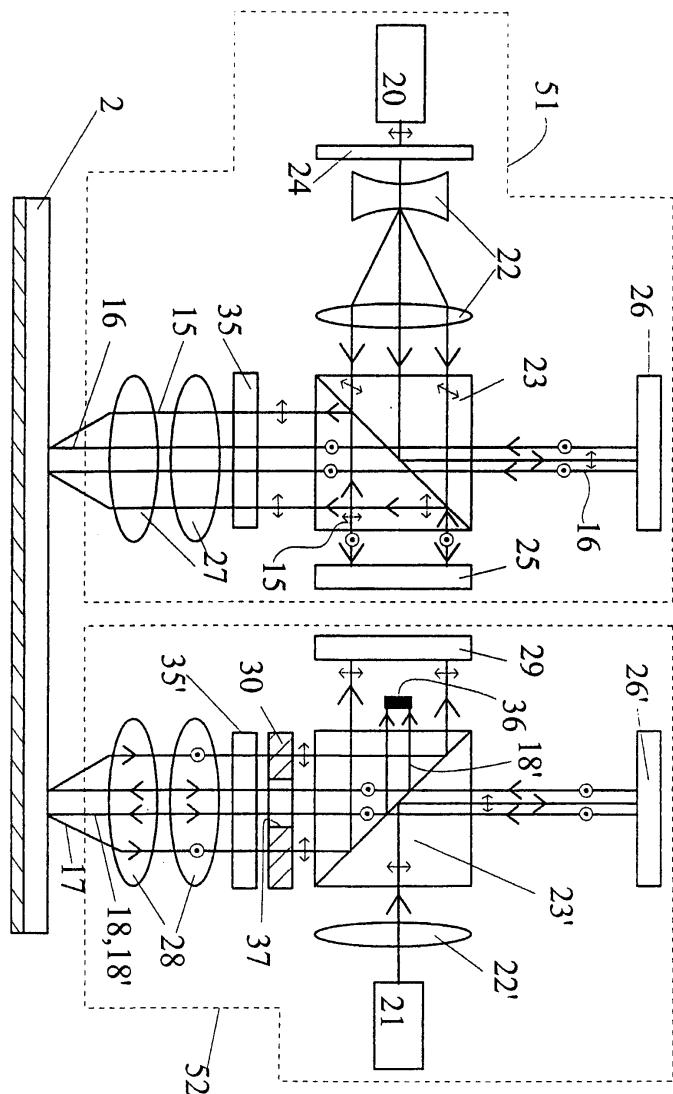
도 8은 본 발명의 변형된 실시예에 따른 시스템 및 장치의 홀로그래픽 판독/기록 광학부에 대한 개략적인 도면.

### 도면

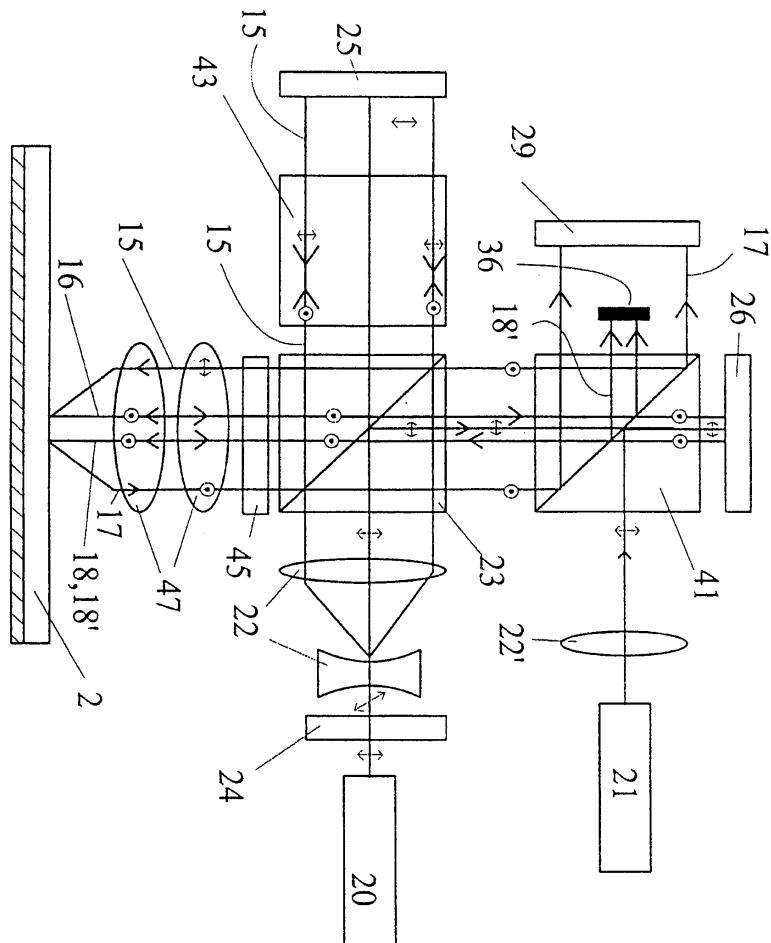
도면1



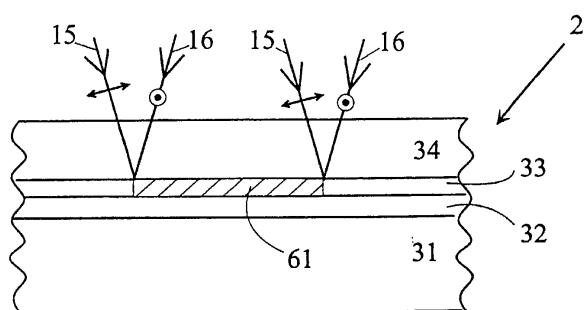
도면2



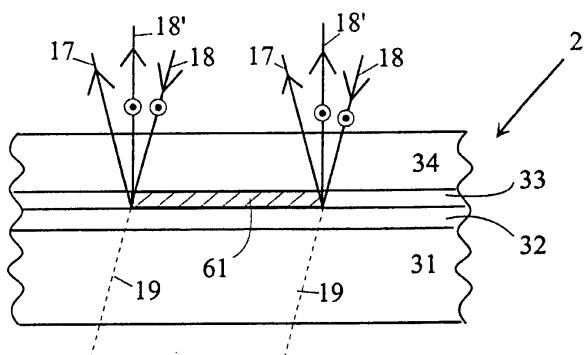
도면3



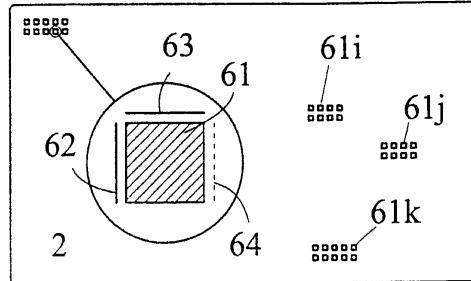
도면4a



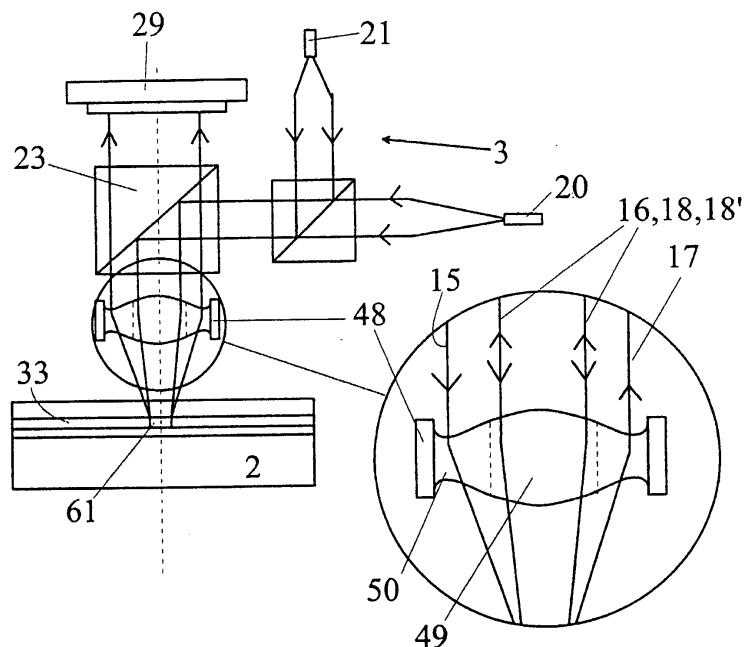
도면4b



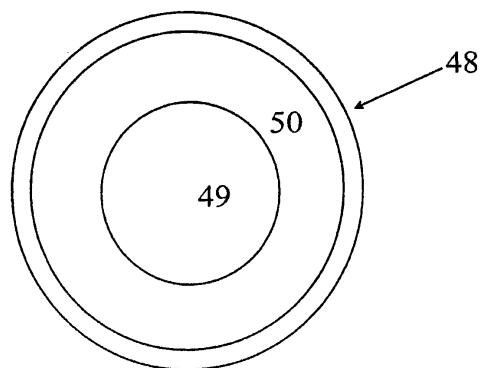
도면5



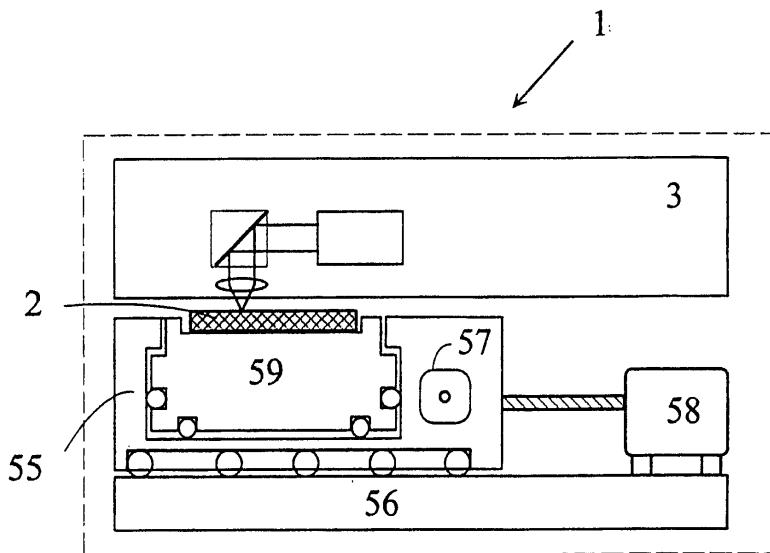
도면6a



도면6b



도면7



도면8

