

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

G03B 21/60 (2006.01)
G03B 21/56 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0113919
(43) 공개일자 2006년11월03일

(21) 출원번호 10-2006-7009002

(22) 출원일자 2006년05월09일
번역문 제출일자 2006년05월09일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/033485
국제출원일자 2004년10월07일

(87) 국제공개번호 WO 2005/036250
국제공개일자 2005년04월21일

(30) 우선권주장 60/509,973 2003년10월09일 미국(US)

(71) 출원인 머린 테크놀로지 리미티드 라이어빌리티 컴퍼니
미합중국 오리건 97526 그랜트 패스 5번가 803 엔.더블유.

(72) 발명자 폴젠, 피터, 디.
미합중국 오리건 97526 그랜트 패스 5번가 759 엔.더블유.

(74) 대리인 손민

심사청구 : 있음**(54) 환경광 안에서 작동하는 프로젝션-수신 표면****요약**

본 발명은 프로젝션(projection) 스크린으로 기능할 수 있는 광대역 프로젝션-수신 표면(projection-receiving surface)이다. 이 표면은 강한 환경광(ambient light, 주위의 모든 방향에서 오는 빛)에서 조차도 고도의 이득(gain)을 제공하고, 글래어(glare)와 스펙클(speckle)을 방지하며, 고도의 콘트라스트(contrast)를 제공하고, 그레이 스케일(gray scale) 선형성을 보존하며, 선명도(brightness)의 균일성을 제공하고, 급속 각 차단(rapid angular cut-off)을 제공하며, 편광을 보존하고, 넓은 스펙트럼 영역에 걸쳐 기능하는 능력을 제공한다. 이러한 성과들은 수퍼-파장(super-wavelength) 형태(figure)를 만들기 위해 이용되는 프로세스들로부터 서브-파장 형태(finish)에서 이용되는 재료 프로세스들(material processes)의 목적적 분할(purposeful partitioning)을 이용하는 제조 방법(method)으로부터 야기된다.

대표도

도 6

색인어

프로젝션, 스크린, 현수면(catenoid), 툴(tool), 첨점(尖點), 미러렛(mirrorlette), 시트(sheet)

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 프로젝션-수신 표면(projection-receiving surfaces)과 이를 제조하는 방법에 관련되고, 더욱 상세하게는 강한 환경광(ambient light) 안에서 고도의 콘트라스트(contrast)를 용이하게 하고 다중 동시 영상(image)을 지원하는 광대역 프로젝션 스크린에 관련된다.

프로젝션 스크린은 강한 환경광의 조건에서는 양호하게 작동하지 않는다. 관찰자들(observers)에 의해 관람 되는 스크린-영상은 본래의 프로젝션 영상과 상당히 다르다. 프로젝트된(projected) 영상의 불충분한 복제 측정은, 연관된 관람 되는 영상에서 경험된 것처럼, 객관적이며 측정할 만한 계측(metric) 인자들 중의 어느 하나, 또는 조합이 될 수 있다. 스크린 위로 프로젝트된 영상을 위한 많은 품질 척도들은 통상의 실내 조명이 프로젝션 스크린을 비출 때 조차도 심각하게 저하된다. 스크린 위로 직접 태양광의 투사(incidence)는 전형적으로 모든 영상 품질 척도를 완전히 파괴한다. 종래의 기술은 프로젝션 스크린 척도의 저하를 극복하기 위해 시도되었으나, 엄격한 환경적 조명 조건하에서 고품질을 유지하는 복잡한 문제는 지금까지 해결하지 못했다. 어떤 기술이 하나 또는 다수의 영상 품질의 척도를 보존할 수도 있음에 불구하고, 각각의 종래 기술은 강한 환경광 안에서 고품질 영상 특유의 계측 레벨들(levels)의 완전한 어레이(array)의 보존을 제공하지 못한다.

스크린이 강한 환경광 안에서 사용될 때, 영상 척도들 모두를 위해 양호한 레벨들을 실현하기 위한 어떤 유형(genre)의 종래 기술에 대한 과제들이 아래 검토될 것이다. 그러한 검토는 본 발명의 목적, 특이점, 그리고 불명확한 점을 이해하기 위한 기본 틀이 될 것이다.

종래 기술과 관련하여, 종래 기술의 스크린은 하나 또는 그 이상의 성능 척도에서 적합한 레벨들을 얻는 데 성공적이었음에도 불구하고, 강한 환경광에 노출될 때 동시에 모든 척도를 얻는 데 어떠한 종래 기술도 성공적이지 못했다는 점을 본 검토를 통해 명심하는 것이 중요하다. 이 검토에서, 단지 제한된 수의 예들은 각각의 계측(metric)에서 필요한 레벨들을 얻기 위한 각각의 유형의 능력을 설명하기 위해 적용 가능한 종래 기술 유형으로부터 포함될 수 있다. 그러한 예들은 명세서에 총망라되는 것으로 의도되지는 않는다. 그보다는, 그러한 예들은 그들이 상응하는 유형을 포괄적으로 대표하기 위해 의도되며, 측정치(metrics)의 복잡함(intricacies)을 개별적이면서 상호 작용적으로 이해하기 위한 전달 수단(vehicle)을 제공하기 위해 의도된다.

척도의 어레이(array)는 단순한 스크린 영상 선명도(brightness)의 고려 이상을 포함한다. 사실, 영상 선명도(brightness)가 바람직하게는 효과적인 반사 스크린을 사용하여 얻어진 시각적 임계치를 초과하면, 스크린에 나타난 프로젝트된 영상의 품질은 글래어(glare)와 스펙클(speckle), 프로젝트되는 영상의 콘트라스트(contrast)의 유지, 그레이 스케일(gray scale) 전형성의 보존, 영상 선명도(brightness) 균일성의 유지, 색조(color hue)와 색의 색포화도(saturation)의 재현에 있어 충실도(fidelity), 그리고 본래의 프로젝션 영상 분해능(resolution)을 보존하는 것에 의해 영향을 받는다. 추가적으로, 모아래 패턴(Moire patterns)의 회피, 편광 소거(depolarization)의 최소화, 그리고 광대역 성능의 달성을 고성능 스크린에서 중요한 가치를 가진다.

배경기술

종래 기술의 유형. 강한 환경광 안에서 프로젝트된 영상 품질을 얻기 위한 앞서 언급된 요구들은 대략적으로 종래 기술을 3개 유형으로 나누어 검토될 것이다. 즉, 전통적인 단일 이득(unitary-gain) 확산(diffuse) 산란(scattering) 스크린, 회절 베이스(Diffraction-based) 스크린, 그리고 반사 굴절(catadioptric) 구조(반사와 굴절이 조합된) 또는 완전하게 반사 형태(morphologies)와 함께 향상된 이득(enhanced-gain) 스크린들이다.

전통적인 단일 이득 프로젝션 스크린은 스크린 전방의 모든 반구 범위(hemisphere)를 포함하는 관람 볼륨(viewing volume, 관찰자가 만족스럽게 스크린위의 영상 광(image light)을 보는 영역(region))을 만들어 낸다. 이는 광 확산, 광 산란, 또는 두 가지의 조합에 의해 달성된다. 스크린의 모양이 아닌 스크린의 피니쉬(finish, 표면 거칠기)가 반사 각 프로필(the reflection's angular profile)에 영향을 준다. 중요하고 상대적으로 일정한 백분율의 반사된 영상이 모든 방향 내에서 보여진다. 그러한 선명도를 가지는 이론상의 스크린은 램버시안(Lambertian) 스크린이다. 램버시안 스크린은 수집(collective)된 영상 광을 등방성으로(isotropically) 스크린 전방 범위로 산란시킨다. 페인트(paints), 파우더(powders), 종이, 플라스틱 그리고 주름진(crinkled) 금속은 램버시안 성능에 대략적으로 근접한 전형적인 스크린 표면들이다. 아래의 검토에서 이해될 것처럼, 단일 이득 스크린은 강한 환경광 안에서 작동하기에 쉽지 아니하다.

회절 베이스(Diffraction-based) 스크린은 스크린 그 자체를 제조하기 위해서 또는, 아래 기술된 이득과 함께 또는 그러한 이득 없이, 관람 볼륨으로 바람직한 구조의 반사광을 야기시키기 위해서 광 파장 간섭 현상(the phenomenon of light wave interference)을 이용한다. 여러 가지 이유로 인해 회절 베이스 스크린은 강한 환경광 안에서 작동하기에 적절치 못하다.

향상된 이득(enhanced-gain) 프로젝션 스크린은 단일 이득 스크린이 동일한 위치에 전달하는 것보다 몇몇 관람 위치(some viewer locations)에 더 고도의 선명도를 전달한다. 이는 램버시안 볼륨의 일부분으로부터 재조정 광(redirecting light)의 결과이며 그래서 그것은 또 다른 부분에 더해진다. 효과에 있어서 프로젝션 광의 주목할 만한 점은 프로젝션 스크린 표면 콤포넌트(components)의 모양(형상)의 영향 하에서 재조정(분산)된다. 반사굴절(catadioptric) 스크린 시스템은 굴절 방법과 반사 방법을 이용하여 도 1에서 "8"로 지시된 부분에서 보여진 향상된 이득을 달성한다. 첫째, 들어오는 프로젝션 광은 광 경로를 빛나가게 하는 굴절 층(렌즈 어레이(array), 광학 비드(beads), 프리즘, 기타등등)을 때린다(impinges). 그리고 나서 계속하여 두 번째 층으로 들어간다. 그 층은 반사 층을 통하여 들어온 광을 반사하여 내보낸다. 그 광은 램버시안 스크린과 함께 보다 더 작은 관람 볼륨으로 빠져나간다. (다른 반사굴절(catadioptric) 스크린 시스템은 다양한 세부 특징을 가진다. 그러나 유사한 개념으로 작동한다.) 다음 검토는 강한 환경광 내에서 영상 품질을 얻기 위한 반사 굴절 스크린의 부족한 점을 개시할 것이다. 조절된 분산을 위해 원하는 반사 요소 모양(reflection-element figure)을 얻지 못하는 불능은 또한 하나의 인자(factor)일 수 있음에도 불구하고, 많은 문제는 잉여 확산 영역(residual diffusion areas)으로부터 야기된다.

순수하게 반사 형태를 사용하는 향상된 이득 프로젝션 스크린은 연속적인 반사 표면 그 자체 위에 사전 선택된 만곡부(curvatures) 또는 슬로프(slopes)를 가지는 미러렛들(mirrorlettes, 작은 거울조각)의 배열 방법에 의해, 또는 반사 굴절 스크린 시스템으로 프로젝션 광을 굴절되게 재조정하는 것이 아닌 스크린에서 리플렉터(reflectors)를 붙잡기 위한 목적의 중간부(medium) 안에서 분산된 각각의 반사 수단의 방위(orientation)에 의해, 프로젝션 광을 축소된 관람 볼륨으로 반사하는 스크린 위 전방 표면에 배열된 작은 분산 셀(cell)들을 가진다. 반사 형태를 이용하는 종래 기술은 강한 환경광 내에서 작동하는 최적의 루트(route)를 제공해 왔다. 그러나 어떠한 반사 형태의 종래 기술도 그러한 조건하에서 영상 품질의 유지를 위해 필요한 모든 척도(metrics) 내에서 충분한 고성능을 유지해 오지는 않았다. 이는 확산 산란이 분산(재조정)된 프로젝션 광의 일부분으로 축소된다고 하여도 강한 환경광 문제를 풀기 위해 종래 기술로는 충분한 정도로 축소될 수는 없다.

종래 기술로서 3개 유형에 대한 지금까지의 검토는 결코 세부적인 부분을 총망라한 것이 아니며, 종래 기술 실시예를 각각의 최종적인 또는 절대적인 각각의 유형으로의 배치를 위해 이용되는 경계(demarcation) 파라미터들도 아니다. 더욱이, 지금까지의 검토는 종래 기술의 범위를 통해 이용되는 개념들의 편견 없고 완전한 설명을 제공한다.

이 검토로부터, 강한 광 환경 내에서 높은 콘트라스트 영상들의 창조를 위한 종래 기술의 부족한 점이 논의 될 수 있다. 이 논의는 앞서 언급된 척도들(metrics), 즉, 선명한 영상을 만들어 내는 효율성, 글래어와 스펙클(speckle)의 방지, 프로젝트된 영상의 콘트라스트의 유지, 그레이 스케일 선형성의 보존, 영상 선명도 균일성의 유지, 색조와 색의 색포화도의 재현에 있어 충실도, 그리고 본래의 영상 분해능의 보존에 관련되어 진행될 것이다. 이러한 척도들에는 앞서 언급된 모아레 패턴(Moire patterns)의 회피, 편광 소거의 최소화, 광대역 성능의 달성을 그리고 상업적 실행가능성의 실현을 위한 필요의 논의가 추가될 것이다.

아래는 종래 기술과 각각의 척도들(metrics)을 대비한 것이다.

종래 기술을 이용한 스크린 선명도(brightness)의 효과적인 생산에 관하여:

관람자들이 스크린의 전체 전방 반구범위(hemisphere)의 전체에 걸쳐 분포될 필요가 없는 어떠한 상황에서 도 1에 도시된 곡선(11)에서처럼 단일 이득 스크린은 광 효과적이지 않다. 향상된 이득 스크린은 도 1의 곡선(12, 점선으로 된 곡선), 곡선(14, 굽은 곡선), 곡선(16, 파선)에 의해 보여진 것처럼, 더욱 효과적이다. 관람자 위치(viewer locations)에 더 많은 광 파워(light power)를 반사하고 관람자들이 실제로 반사광을 수신하는 때 조차도 관람자가 수용할 수 없는 왜곡(distortion) 영상에 직면하는 주변 각(peripheral angle)에는 더 적은 광파워를 반사한다. 여기서 이득(8)은 도 1에서 보여진 것처럼 곡선(11)위의 어떤 증가량으로서 정의된다. 일반적으로 이득은 프로젝션 광의 동일한 레벨들을 위한 램버시안 선명도(brightness)에 대한 스크린 선명도의 비율이다. 다양한 글래스 비드(glass bead) 구조물과 함께 있는 미국특허 제4,606,609호, 미국특허 제4,767,186호, 미국특허 제4,911,529호에서와 같은 렌즈 어레이들(arrays)은, 모두 향상된 반사 이득 반사 스크린의 전형으로서, 실버(silver) 망상조직(reticulated) 표면들 뿐만 아니라 반사굴절(catadioptric) 스크린 시스템의 전형으로서 도 1의 곡선(12)과 곡선(14)으로 예시된다. 글래스 비드 스크린은 시장에서 더욱 일반적이다.

그들은 다양한 형태의 뒷받침(backing) 재료 콤포지션(composition)과 형태(모양)를 가진다. 클래스 비드 스크린으로 달 성가능한 이득은 활동 영역(active area) 패킹(packing) 밀도를 감안할 때, 구체(spheres)의 내재된 한계에 의하여 제한된다. 3(three)에 근접하는 계측값(metric values)들과 함께 이득은, 그러한 이득이 일반적이지 않음에도 불구하고, 얻어질 수 있다. 다른 반사 굴절 스크린은 더 높은 이득을 나타낼 수 있으나 일반적으로 도 1의 곡선(16)의 바람직한 프로필(the often-desired profile)과 함께하지는 않는다. 클래스 비드 스크린처럼, 다른 반사굴절(catadioptric) 스크린은 광대역 스펙트럼 작동(operation)과 높은 콘트라스트 비율의 보존을 위해 필요한 영상 어둡기(darkness)의 유지와 같은 추가적인 관련 사항에 있어서 적합하지 못하다.

광의 분산은 사실상 3차원 문제이다. 그래서 스크린의 전력 효율(power efficiency)은 도 1에 제시된 이차원 묘사(portrayals)보다 더욱 높아질 수 있다. 이차원 묘사에서 각각의 분산(dispersion) 곡선하에서 영역(area)은 에너지 보존 법칙을 만족시키기 위해 일정하게 유지된다. 3차원 묘사에서는 에너지 보존은 각각의 스크린의 분산 표면하에서 볼륨(volume)이 유지되는 것을 요구한다. 이것은 도 1의 스크린 이득 내에서 차이점을 강조한다. 관람 볼륨으로부터 강한 환경적 광이 편향(deflecting)될 때 추가적인 치수(dimension)는 또한 스크린 성능에 있어서 주요한 효과를 가진다.

미러렛들(mirrorlettes)은, 이론상으로, 반사굴절(catadioptric) 스크린보다 더 높은 스크린 이득을 가져올 수 있다. 도 1의 곡선(16)과 같은 성능은 이론적으로 단지 미러렛들(mirrorlettes)과 함께하여 얻을 수 있다. 그리고 현재로서는 극복되지 못한 적절한 제조 장애가 극복될 수 있는 경우에만 그러하다. 그러나 종래 기술이 곡선(16)의 프로필과 함께 넓은 미러렛(mirrorlette) 어레이들(arrays)을 만들려고 한 시도는 성공적이지 못했다. 왜냐하면 제안된 조립품들(assemblies)과 연관된 기본 개념은 매우 작은 광학 품질 요소들(elements)의, 필요한 백 만개는 제쳐두고서라도, 십 만개의 어레이(array) 조차도 만드는 것의 어려움을 고려하는 데 실패했기 때문이다.

개별적인 미러렛들(mirrorlettes)의 필요조건은 두 가지 스케일(scales)의 차원으로 고려될 수 있다. 하나의 스케일은, 종종 "모양(figure)"으로 불리지는 미러렛들(mirrorlettes)의 전체적인 크기(size)와 곡률(curvature)에 연관된다. 개별적인 미러렛(mirrorlettes) 모양의 외부 치수는 크기에 있어서 반사를 위해 의도된 광 파장보다 여러 배 이상 크다. 즉, 그 모양은 미러렛(mirrorlettes)이 의도된 광 파장보다 매우 크게 허용되는 오차로 통제된, 의도된 형태이다. 미러렛(mirrorlette)의 외부 치수 내에서 미러렛(mirrorlette) 표면의 모양은 스펙큘러(specular) 반사가 그 표면에 의해 달성될 수 있다는 가정과 함께 스크린의 바람직한 광 분산 패턴을 만들기 위해 설계된다. 스크린 미러렛(mirrorlette) 모양과 연관된 계측(metric)은 완벽한 스펙큘러리티(specularity)를 만들어 내는 표면 피니쉬(finish)의 이러한 가정에 기초한다. 바람직한 분산과 관련된 획득된 미러렛(mirrorlette) 형상(shape) 내에서 광 감퇴(light falling)의 일부는 그 모양 품질(figure quality)이다. 이 계측은 매끄러움의 측정(measure of smoothness)이 아니라는 것을 주의해야만 한다.; 만일 반사 표면이 존재한다면, 그것은 프로젝터(projector) 광의 바람직하거나 이론적인 분산에 접근하는 미러렛(mirrorlette) 능력의 측정이다.

스페큘러(specular) 반사는 여기에서는 반사 표면의 법선(normal)에 관해 대칭되는(symmetric) 선을 따라 놓여 지는 반사광의 콤포넌트(component)로서 이해되는 것이다. 따라서, 여기서 이용되는 스페큘러(specular) 반사는 투사광(incident light)이 때리는 표면에 대한 법선(the normal)으로부터 측정될 때 반사각의 크기와 투사각의 크기가 동일한 간단한 전형적인 관계를 따르는 반사되는 콤포넌트(component)이다. ; 각 측정(angle measurement)의 평면은 투사광선, 표면 법선 그리고 반사되는 광선을 포함한다. 스페큘러(specular) 반사각은 투사각과 크기에 있어서는 동일하나 부호(sign)에 있어서는 반대이다. 왜냐하면, 그들은 표면 법선에 관하여 좌우대칭적이기 때문이다.(실제적인 적용에서, 광 수집 장치의 구경(aperture)의 크기는 반사되는 광이 전반적인 반사 프로필의 스페큘러(specular) 콤포넌트로 간주되는 지에 따라 영향을 받는다.) 스페큘러(specular) 반사의 이러한 기하학적 정의에 따라, 비록 표면에 의해 반사되는 광의 전체 양의 단지 작은 부분을 나타내는 콤포넌트라 해도, 램버시안 리플렉터 표면 조차도 스페큘러 콤포넌트를 가진다.

미러렛(mirrorlette) 표면을 위해 바람직한 스페큘러 반사를 달성하기 위한 능력은 그 것의 모습, "표면 피니쉬(finish)"로 지칭되는 표면 거칠기 보다는 두 번째 그리고 더 작은 스케일의 치수에 연관된다. 표면 피니쉬 품질은 반사될 광 파장에 근접한 유닛(units)과 함께 어떤 스케일 위에서 검사되는 표면 거칠기에 관련되어 측정된다. 미러렛(mirrorlette) 피니쉬를 위한 계측(metric)은 파장 유닛 들(wavelength units) 내에서 제곱평균(rms) 표면 거칠기이다. 도 2는 표면 피니쉬와 스페큘러적으로(specularly) 반사되지 않는 광의 일부분과의 사이에서 이차원 관계를 제시하고 있다. 곡선들은 이상적인 스페큘러(specular) 라인에 관련하여 1/10(18), 1/2(20), 1(22) 그리고 2(24) 파장들의 제곱평균(rms) 피니쉬를 위한 반사 스프레드(spread)를 보여준다. 밝은 환경광 환경내에서 작동하기 위한 미러렛(mirrorlette) 타입(type) 프로젝션 스크린의 능력은 적합한 모습과 표면 피니쉬 내에서 예외적인 스페큘러리티(specularity) 양자에 크게 의존한다. 후자에 대한 필요는 3차원으로 묘사될 때 도 2의 단지 2차원 보다 더욱 강조된다. 시각광(visual light)을 위해서 표면 피니쉬의 스케일은 고도의 영상 품질을 유지하기 위해 관람 볼륨으로부터 강한 광의 충분한 편향(deflection)을 벗어나게 하는 수준으로 비

(非) 스펙큘러 반사(non-specular reflection)를 축소하기 위해 상당한 정도로 서브-파장(sub-wavelength)이어야만 한다. 전형적으로, 시각광을 위한 제곱평균 표면 거칠기는 0.1 마이크로미터 미만이어야만 한다. 시각광을 위한 0.1 마이크로미터 제곱평균은 곡선(18)으로 나타난다.

개별적인 미러렛(mirrorlette) 모양을 절삭하기 위해 이용되는 전형적인 기계 절삭과 그라인딩(grinding) 기술은 도 2의 "24" 보다 더욱 거친 표면을 만들어 낸다. 이것은 스펙큘러리티(specularity)의 극한의 수준들(extreme levels)을 제조하기 위해 필요한 광학 품질 피니쉬와는 상당한 거리가 있다. 따라서, 광학적 연마는 미러렛(mirrorlette) 요소들(elements)의 기계 절삭과 기계-그레이드(grade) 연마가 수반되어야만 한다. 일반적으로 이 방법(process)은 많은 수천 개의 작은 미러렛들(mirrorlettes)을 위한 극한의 얼라인먼트(alignments)와 시퀀싱(sequencing)을 필요로 하게 하는 각각의 미러렛들(mirrorlettes) 위에 사용되는 매우 작은 그리트(grit) 연마제들(abrasives)의 시퀀스(sequence)에 의한다. 광학적 연마, 화학적 전자적 에칭 기술의 부족은 바람직한 광학적 표면을 얻기 위해 사용될 수도 있다. 그러나, 여러 가지 이유로 인해, 화학적 방법을 위한 화학적 반응 내에서 마이크로미터 크기의 변수들과 전자적 방법을 위한 전기 분야 변수들을 포함하면서, 그들 중 어떤 것이 상업적으로 실용적이라는 것은 말할 필요도 없이, 이러한 옵션들 중에서 어떠한 것도 연구소 내에서 큰 스케일로 곡선(20) 또는 더 나은 것을 달성하는 데 즉시 적용될 수 없다. 유사한 현상이 미러렛들(mirrorlettes)을 가공한 이후에 남아 있는 거침(roughness)을 충전(infilling)하기 위한 플레이팅(plating) 기술의 사용을 무색하게 만든다. (인젝션 몰딩, 기타등 대부분의 기계가공 결점을 반복한다). 크롬(chrome) 플레이팅(plating)과 같은 방법은 광학 품질 표면을 만들어 내기 위한 충분한 충전(infilling)을 만들어 내는 것과 같을 수도 있으나 이것은 주제와는 거리가 멀다. 쾌적한 빛(pleasing shininess)은 곡선(24)과 함께 얻을 수 있으나 높은 분해능(resolution)을 지원하지는 않는다. 또한 분해능(resolution), 콘트라스트, 색의 색포화도(color saturation) 그리고 극성(polarity)을 심각하게 저해하는 밝은 광(태양광과 같은 것)의 오프-액시스 리젝션(off-axis rejection)을 지원하지 않는다. 더욱더 극한의 표면 피니쉬는 높은 스크린 이득을 위한 요구조건이 아니라는 점이 지적되어야 한다. 그 것은 밝은(bright) 광 리젝션(rejection)을 위한 요구조건이다.

높은 이득 스크린을 위한 종래 기술은 적절한 모양의 표면, 그 표면에 적절한 피니쉬가 부가된 표면을 개발하는 것에 기초를 두어 왔다. 마스터 툴(master tool)의 인젝션 몰딩(injection molding)과 전기주조(electroform) 복제와 같은 몇몇 경우에, 표면 피니쉬는 표면 모양의 임포지션(imposition)과 함께 일치하게 덧붙여진다. 표면 모양은 스크린 이득을 얻기 위해서 적합할 수도 있음에도 불구하고, 피니쉬(곡선(24) 또는 더 악화된 것)는 밝은 광(곡선(20) 또는 더 나은 것의 피니쉬를 요구하는)의 리젝션(rejection)을 위해 적합하지 않다. 광학 품질 이하의 서브-파장 피니쉬로 부터 야기되는 확산의 작은 잉여(residual) 조차도 강한 환경적 조명(environmental lighting)을 제거하는 능력을 무색하게 할 것이다. 즉, 원하지 않는 배경(backgrounds)을 제거하는 것과 함께 스크린 이득에 있어 핵심은 직접적으로 분산된 광 콤포넌트(component) 내에서 광의 일부분(fraction)을 더 크게 만드는 것 보다 확산되게 산란된 광 콤포넌트(diffusely scattered light component) 내에서 광의 일부분(fraction)을 더 작게 만드는 것에 더 달려 있다. 이 것은 스크린 테크놀러지를 위한 매우 중요한 미묘한 차이이다.

기계가공(machine-made)되고 이어서 광학적으로 연마된 미러렛들(mirrorlettes)에 연관된 또 다른 장애물은 볼록(convex) 미러렛들(mirrorlettes)의 제조에 있어서 큰 어려움이다. 하나의 미러렛(mirrorlette)과 그에 인접한 것들 사이에서의 마진(margins)은 종종 매우 얇아야만(1 밀리미터 미러렛에 대하여 50 마이크로미터 또는 그보다 적은) 한다. 평방 미터당 일만 또는 십만개 미러렛들(mirrorlettes)의 어레이(array)에 있어서 그러한 협소성(narrowness)은 유지하기가 매우 어렵다. 오목(concave) 미러렛들(mirrorlettes)의 경우에, 곡선화된 절삭 툴(tool)은 쉽게 그리고 결과적으로 좁은 에지(edges)를 만들어낸다. 그러나 이러한 것들은 프로젝션 스크린의 통상적인 사용에 연관된 상황 내에서 쉽게 손상되는 융기(ridges)들이다.(더욱이, 그러한 융기들은 정전기 결과(electrostatic consequence)를 가진다).

종래 기술의 또 다른 단점은 실시간 변동(variable) 이득과 함께 높은 품질 스크린을 제공할 수 없다는 것이다. 미국 특허 제4,022,522호에서처럼, 종래 기술이 전체 스크린의 총체적 형상에 몇몇 형태들(forms) 또는 실시간 변화를 용이하게 하는 반면, 이러한 것은 이득의 수정(modification)에 대하여 아무런 가치가 없다. 본질적으로, 종래 기술 적응력은 실시간 변동 이득과 함께 프로젝션 높은 이득 스크린을 제공하는데 실패한다.

종래 기술을 이용할 때 글래어(glare)와 스펙클(speckle)의 방지에 관련하여 :

글래어는 스크린의 넓은 영역(sections)이 바람직한 프로젝트된(projected) 영상을 제공하는 축적된 효과이다. 그러나 넓고 밝은 패치들(patches)이 영상 위에 놓여진다. 스크린 패치가 단순하게 표준 스펙큘러 미러(standard specular mirror) 일 때, 글래어 패치들(glare patches)은 일반적인 외관(appearance)에 있어서 획득된 글래어와 유사하다. 글래어의 분명한 물리적 크기는 높은 이득 구조물(architecture) 내에서 이용되는 많은 셀(cell)들을 포함한다. 이러한 발상은 도 1과 도 3에 묘사되어 있다. 도 1의 "28"과 도 3의 "30"으로 묘사된 글래어의 외관은 직접적으로 관람자의 눈으로 대략적 콜리메이트된(collimated) 프로젝터 광을 반사시키기 위한 미러 위 각(angle)과 함께, 각각의 대부분의 셀들 옆에 작은 대략적 평면

미러들 세트(small nearly-planar mirrors set)의 견지에서 개념화될 수도 있다. 글래어를 위한 계측(metric)은 외부경계(periphery, 32)가 적어도 두 개의 인자(factor)에 의해 스크린-디자인 변화율(the screen-design rate of change)을 초과하는 선명도 각 변화율(brightness angular rate-of-change)에 의해 정의되는 스크린 영역(region)의 일부분 크기(fractional size)에 기초하고, 과도의 선명도, 또는 그 이상을 그 영역에 걸쳐 유지하며, 좌우대칭일 필요는 없다. 이상적으로, 스크린은 어떠한 글래어도 가지지 않을 것이다. 계측(metric)은 균일하게 선명한 영상의 프로젝션을 추정한다.

글래어(glare)는 미국 특허 제4,297,001호에서 사용된 것처럼, 연속적인 표면 미러렛들(mirrorlettes)을 사용하는 높은 이득 스크린 디자인에 일반적이다. 이러한 현상(nature)의 기술(techniques)은 각각의 미러렛(mirrorlette) 셀의 중심부(center)에 걸쳐 높은 이득을 위한 바람직한 형상과 함께 곡선화된(curved) 스펙큘러(specular) 표면 셀들(cells)을 만들어 낸다. 그러나 또한 균일한 프로젝터 광 분산보다는 주목할 만하게 초과한 이득(본질적으로 글래어)을 만들어 낸다. 글래어는 곡률 각들(curvature angles)이 상당한 정도로 평탄해진 미러렛(mirrorlette) 셀들 사이에 변화(transition) 표면으로부터 온다. 미국 특허 제3,994,562호의 전기주조 방법에서 사용된 첨점(尖點) 형상(cusp-like) 그루빙(grooving) 기술은 글래어를 다소 완화시키지만, 그러나 전기주조 방법의 피니쉬 한계 때문에 오프-액시스 배경 광(off-axis background light)의 과도한 산란(scattering)의 엄격한 대가를 치른다. 또한, 이러한 종래 기술은 이음새 없는(seamless) 스크린 크기에 있어서 실제적인 한계를 가진다. 글래어는 개별적으로 각각의 미러렛(mirrorlette)을 제조하고 타일(tile)위에 장착하며 피니쉬 품질 한계와 함께 전기주조 방법에 의하여 만들어질 필요가 있게 하면서 연속적 표면의 이점이 선행된 미국 특허 제4,235,513호에서 사용된 것과 같은 다른 종래 기술을 이용하여 축소될 수 있다. 관련된 방법은 제조 간편성에 있어서 수반되는 불리한 점과 오목 구조(concave architecture) 때문에 셀 에지(cell edges)의 손상에 대한 노출과 함께, 오목한(concave) 셀들이 개별적으로 축조된 미국 특허 제4,040,717호에서 채용되었다. 다른 것들과 함께, 미국 특허 제4,068,922호, 미국 특허 제4,298,246호, 미국 특허 제4,606,609호 그리고 미국 특허 제5,625,489호에서 전형화된, 반사 굴절(catadioptric) 스크린은 일반적으로 여전히 바인딩(binding) 재료 또는 렌즈렛 전방 표면 효과(lenslette front surface effects)로부터 글래어를 디스플레이(display)한다. 그러나 적어도 글래어는 다른 종래 기술과 함께 보다 더욱 수용 가능한(acceptable) 레벨들에 있는 경향이 있다. 강한 환경광 내에서 작동될 때 그러한 스크린은 많은 다른 스크린 척도들(metrics)내에서 매우 불완전하게 작동된다.

앞서 언급된 것처럼, 글래어(28, 30)는 스크린 요소 영역(screen element area)의 축적된 특성(property)이고 스펙클(34, 36)은 도 1과 도 2에서 묘사된 것처럼, 국부적인 영역 효과(localized area effect)이다. 스펙클은 여러 가지 시각적 분해 능(resolution) 요소들(elements)에 의해 관찰자의 시각(view) 내에서 분리되는 작은 구역(location)에서 현저하게 더 높은 이득의 결과이다. 스크린 스펙클을 위한 계측은, 균일한 프로젝트된(projected) 영상 선명도를 가정할 때, 스펙클된(speckled) 분해능 요소들의 총수에 관련된 분해능 요소들의 숫자이다. 양호한 디자인 목표는 만분의 일 미만으로 유지되는 스펙클 숫자(count)를 위한 것이다.

스펙클은 영상 위에 밝은 점들(spots)의 마치 별자리가 중첩된 것(star-field superposition)과 같은 모습으로 나타난다. 이러한 경우에, 레티나(retina)위에 초점화되는 것으로서 스펙클 포인트들(points)은 레티나 셀(cell)만큼의 크기일 필요는 없다; 그들은 단순하게 근접한 셀들의 클러스터(clusters)위로의 광으로부터의 에보케이션(evocation)보다 주목할 만하게 더 큰 셀 내에서 응답을 유발(evoke)할 필요가 있다. 종래 기술에서 통상적인 방법(tactic)은 스크린을 눈의 분해능(resolution) 보다 매우 작은 영역에서 다양한 산란(scattering) 요소들(elements)과 함께 제조하는 것에 의해 스펙클을 감소시킨다. 그래서, 스펙클은 많은 무작위(random) 스캐터들(scatters)의 집적(integration)에 의해 감소된다. 그러나, 추측되는(stochastic) 상황(events)에서 예상되는 것처럼, 우연한 집적 영역(occasional integration region)은 그의 근접 지역(neighbors)보다 여전히 과도하게 밝을 것이며 스펙클로서 나타날 것이라는 개연성(probabilities)은 존재한다. 이는 대부분의 글래스 비드(glass bead) 스크린들과 많은 망상조직(reticulated) 스클린들에서 관찰될 수 있다.

종래 기술을 이용한 각 차단율(angular cut-off rate)의 조절에 관하여: 노치(notch)는 각(angle)에서 변화와 관련된 선명도(brightness)에서 변화를 보여주는 도 1의 "38"에서, 각 차단율(도 1의 38)을 조절하는 능력은 강한 환경광의 제거에 중요하다. 더욱이, 도 1의 곡선(16)에서 묘사된 것과 같은 극도의 차단율(cut-off rate)은 스크린으로 하여금 다른 관람 볼륨들에 다른 영상을 제공하는 것을, 영상들 사이의 간섭 없이, 각각의 오디언스(audience)의 관람 볼륨에 적합한 다른 각 위치(angular locations)에 위치된 다중(multiple)의 프로젝터들을 이용하는 것에 의해 가능하게 한다. 미국 특허 제5,112,121호와 같은 종래 기술은 다중 오프세트(off-set) 프로젝터들(multiple offset projectors)을 통하여 구별되는 동시에 다발적 관람 볼륨(simultaneous viewing volume)을 지원하기에 충분한 급속(rapid) 차단(cut-off)을 달성하기 위한 시도를 한다. 미국 특허 제5,112,121호의 경우에는, 홀로그래픽(holographic) 스크린이 이용된다. 홀로그래픽 스크린의 본질적인 성질에 의해, 환경광에 매우 취약하며, 색채의 완전성(integrity)을 지속시키지 못할 것이고, 상당한 선명도 부돌 출부(sidelobes)를 가지며, 그리고 기계적 위치 변경(displacement)에 매우 민감하다.

각 차단율을 위한 계측은 스페큘러적으로(specularly) 반사되는 프로젝션 빔의 광학 축으로부터 떨어지는 각 오프세트(off-set)의 각도에 대한 관련된 선명도 변화이다. 관람 볼륨의 에지(edge)에서 각도에 대한 99%의 차단율을 달성하는 능력은 강한 환경광 내에서 작동을 위한 바람직한 스크린 특성(feature)이다. 단일 이득 스크린은 이에 관련하여 어떠한 수단을 가지고 있지 않다. 종래 기술을 이용한 반사굴절(catadioptric) 타입의 향상된 이득 스크린은 정밀한 차단과 넓은 관람 각을 동시에 이루어기 위한 중요한 능력을 가지지 않는다. 향상된 이득 반사 미러렛 종래 기술 구조들은 다소 많은 각의 관람 볼륨 콘트롤을 가능하게 한다. 그러나, 그들의 차단율은, 전체적인 각의 범위(extent)의 일부분으로서 스케일될(scaled) 때, 선택적일 수 없다; 또한 모든 관람 볼륨 에지(edge)에서 각도에 대한 99%에 접근하지 못한다. 종래 기술은 관람 볼륨 각(angular viewing volume)을 조절하는 능력으로부터 각 차단율을 조절하는 능력의 디커플링(decoupling)을 설명하지 못한다.

종래 기술을 이용한 콘트라스트 어둡기(darkness)의 유지에 관하여: 전체적인 영상 콘트라스트를 위한 계측은 영상의 가장 밝은 영역(area)에서 측정된 선명도와 영상의 가장 어두운 부분에서 측정된 선명도의 비율이다. 효과적으로 관찰자에게 밝은 환경광 내에서 고도의 콘트라스트 프로젝트된(projected) 영상을 제공하기 위해서는, 높은 스크린 이득의 입수가 가능성(availability)을 충분하지 않다. 이는 콘트라스트는 선명도 하나에 의해서 영향받는 것이 아니기 때문이다. 콘트라스트는 또한 얼마나 스크린이 영상의 어두운 요소들(elements)을 재생할 수 있는지의 결과이다. 도 4는 이러한 사실의 이해를 도와준다. 만일 프로젝트된(projected) 영상의 선명도 영역(40)이 10 유닛의 고유한 강도(intensity)를 가지고, 가장 어두운 영역(42)이 1 유닛의 고유한 강도를 가진다면, 그 때 전체적인 선명도 콘트라스트 비율은 도 4의 곡선(44)에 묘사된 것과 같이 10이다.

도 4의 곡선(44)과 연관된 표

프로젝트된 광 레벨(level)이 리스트(list)된 스크린 소자(picture element)를 위한 콘트라스트.

최소의 프로젝트된 광은 1 유닛으로 한다.

관찰자에 의해 보여지는 배경(영상이 아닌) 광은 제로(zero) 유닛에서 일정하다.

프로젝트된 영상 광	배경(영상이 아닌) 광	콘트라스트 등식(equation)	콘트라스트
(임의 유닛)	(임의 유닛)		
1	0	$(1+0)/(1+0)$	1.00
2	0	$(2+0)/(1+0)$	2.00
3	0	$(3+0)/(1+0)$	3.00
4	0	$(4+0)/(1+0)$	4.00
5	0	$(5+0)/(1+0)$	5.00
6	0	$(6+0)/(1+0)$	6.00
7	0	$(7+0)/(1+0)$	7.00
8	0	$(8+0)/(1+0)$	8.00
9	0	$(9+0)/(1+0)$	9.00
10	0	$(10+0)/(1+0)$	10.00

도 4의 곡선(48)과 연관된 표

프로젝트된 광 레벨(level)이 리스트(list)된 스크린 소자(picture element)를 위한 콘트라스트.

최소의 프로젝트된 광은 1 유닛으로 한다.

관찰자에 의해 보여지는 배경(영상이 아닌) 광은 제로(zero) 유닛에서 일정하다.

프로젝트된 영상 광	배경(영상이 아닌) 광	콘트라스트 등식(equation)	콘트라스트
(임의 유닛)	(임의 유닛)		
1	10	$(1+10)/(1+10)$	1.00
2	10	$(2+10)/(1+10)$	1.09
3	10	$(3+10)/(1+10)$	1.18
4	10	$(4+10)/(1+10)$	1.27
5	10	$(5+10)/(1+10)$	1.36
6	10	$(6+10)/(1+10)$	1.45
7	10	$(7+10)/(1+10)$	1.55
8	10	$(8+10)/(1+10)$	1.64
9	10	$(9+10)/(1+10)$	1.73
10	10	$(10+10)/(1+10)$	1.82

만일 원하지 않는 환경적 광이 관찰자의 시각으로 5 유닛 광만큼 적게 산란된다면, 곡선(46)에서 보이는 것처럼, 그 때 선명도 콘트라스트 비율은 $(10+5)/(1+5)=2.5$ 로 저하된다. 더 밝은 환경적 소스에서는, 적당한 채광(skylight)과 같은, 10

유닛의 강도는, 곡선(48)에서 보이는 것처럼, 미러렛들(mirrorlettes)이 설계된 관람자 공간으로 산란 될 수도 있다. 이는 본래의 10:1 선명도 콘트라스트 비율을 1.8:1로 떨어뜨린다. 높은 이득 클래스 비드 스크린 위로 직접 태양광의 때림(impingement) 때문에, 비율은 전형적으로 1로 저하되며, 이는 프로젝트된(projected) 영상을 보는 관람자의 능력의 완전한 손실(loss)을 의미한다. 명백하게, 프로젝트된(projected) 영상내에서 어두운 콤포넌트들(dark components)은 강한 환경적 광에 대해서 가장 취약하다.

종래 기술 스크린의 마다수는 은은한(subdued) 조명에서 사용되는 것에 귀속되거나 또는 강한 환경광에 적합한 스크린을 디자인하기 위한 시도를 한 종래 기술의 한정된 능력(capabilities)을 이용한 다중 계측 결손(multiple metric deficiencies)을 받아들이는 데 귀속되었다. 미국 특허 제6,384,970호, 미국 특허 제4,235,513호, 미국 특허 제4,298,246호, 미국 특허 제4,767,186호, 미국 특허 제4,911,529호, 미국 특허 제6,040,941호에서와 같은 종래 기술은, 단지 소수(a few)를 지시하기(indicate) 위해, 스크린 요소들(elements)을 광 흡수 배플들(light-absorbing baffles) 또는 광 흡수 마스크들(light-absorbing masks)과 함께, 프로젝트된(projected) 영상 콘트라스트의 불필요한(undue) 저하(deterioration) 없이 관용될 수 있는 환경적 조명의 레벨 내에서 적당한 증가와 함께 맞춰(fitted)졌다. 다른 방법으로, 미국 특허 제5,210,641호는 오프-액시스(off-axis) 광을 흡수 또는 제거하기 위한 광학 셀들을 써우기 위한 각 패스 필터(angular pass filter)를 제조하는 데 이르렀다. 미국 특허 제5,296,965호, 미국 특허 제5,335,022호, 미국 특허 제5,625,489호와 같은 다른 종래 기술은 실내 광과 관련한 스크린들과 함께 미스매치된(mismatched) 편광(polarization)을 이용하여 환경 광을 억제하려는 시도를 한다. 이러한 후자의 종래 기술들은 불행하게도 이후에 논의될 편광의 이점을 이용하는 능력을 파괴하며, 그들은 또한 스크린 이득을 감소시킨다.

관람 볼륨으로부터 밝은 비-프로젝터(non-projector) 광의 때림(impinging)의 편향(deflection)은 종래 기술을 이용한 작은 미러렛들(mirrorlettes)의 넓은 어레이들(arrays)을 위해 실제적으로 달성할 수 없는 광학 표면과 셀 모양(figure)을 요구한다. 종래 기술 피니쉬들은 적당한 환경적 조명 레벨들을 수용할 수도 있는 반면에, 그들은 자동차 불빛, 일광(daylight), 그리고 태양광(sunlight)의 직접 조명과 같은, 밝은 소스들에 대한 결점이 있다.

이러한 분야에서 특허들의 수는 배경 제거(background rejection)에 놓여지는 중요함의 명백한 지시(indicator)이다. 그러나, 미러렛(mirrorlette)의 사용을 포함하는 배경 제거에 대한 종래의 기술은 다른 바람직한 스크린 특성(attributes)들의 완전한 세트(set)를 위한 적합한 계측 레벨들을 달성하는데 실패한다.

종래 기술을 이용한 그레이 스케일 선형성(그리고 양자화(quantization))의 보존에 관하여: 밝은 환경 조명 조건하에서 콘트라스트 유지에 대한 앞의 논의는, 단지 가장 어둡고(darkest) 가장 밝은 영상 영역의 극한에서의 효과만이 고려되었다. 그러나, 동일한 효과는 영상 내에서 선명도의 모든 중간(intermediate) 레벨들에 부과된다. 결과는 본래 영상의 그레이 스케일의 비선형화(delinearization)이다. 즉, 관람자에 의해 보여지는 영상 내에서 다양한 영역을 위한 선명도의 비율은 동일한 영역들을 위한 프로젝터에 의해 제공되는 선명도의 비율로부터 변화된다. 프로젝트된(projected) 영상 그레이 스케일 충실도(fidelity)의 이러한 손실은 콘트라스트 비율 위에 환경광의 효과는 단지 최대 영상 선명도(maximum image brightness)와 어둡기의 영역에만 제한되지 않는다는 것을 보여준다. 그레이 스케일 선형성의 손실은 도 4의 곡선(46)과 곡선(48)에 묘사되어 있다. 곡선(44)에서(그레이 스케일 선형성 손실을 가지지 않는) 레벨 2, 4, 6, 8 그리고 10 유닛의 프로젝트된(projected) 영상 선명도에 상응하는 관람되는 영상 선명도 레벨들을 볼 수 있다. 어두운 환경에서, 관람되는 영상 선명도 비율은 프로젝션의 그것과 일치할 것이다. 그러나 환경광 조건(46, 48)에서는, 관람되는 영상 선명도에 연관된 비율은 프로젝션 영상 선명도의 그것과 일치하지 않는다. 영상 그레이 스케일 선형성은 손실되었다. 종래 기술은 스크린 이득을 증가시킴으로써 어느 정도까지 이와 관련하여 도움을 제공한다. 이는 환경광의 일부 임팩트(impact)가 축소될 수 있도록 한다. 그러나 매우 밝은 환경에서는, 그레이 스케일 선형성을 보존하는 종래 기술의 능력은 콘트라스트 논의에서 제시된 몇 가지 이유 때문에 상당한 정도로 제한된다. 사실, 직접적 태양광 조건에서, 종래 기술을 이용한 프로젝션 영상은 관람자로 하여금 그것을 바라보는 것 조차로부터 보호하기에 충분할 만큼 밝을 필요가 있다. 더욱이, 필요한 프로젝션 램프 파워는 영상 저장 미디엄(medium)을 태워버릴지도 모른다.

그레이 스케일 선형성의 보존을 위한 계측은 영상 콘트라스트 슬로프(slopes)의 비율이다. 이러한 것들은 프로젝트된(projected) 영상의 콘트라스트 범위(range)에 의해 분리되는 관람 영상의 콘트라스트 범위를 계산하는 것에 의하여 획득된다. 도 4에서 곡선(44), 곡선(46), 곡선(48)을 위한 그레이 스케일 선형성은 각각 1.0, 0.25, 그리고 0.18이다. 0.5 미만의 값들은 프로젝트된(projected) 영상과 관련한 관람 영상 품질을 주목할 만하게 저하시킨다.

종래 기술을 이용한 영상 균일성의 유지에 관하여: 일반적으로, 프로젝션 스크린들은 만일 그들이 그들의 한계를 지나 선명도의 균일성(uniformity)을 지원한다면, 더욱 나은 것으로 간주 된다. 만일 스크린이 각(angle)과 함께 그것의 영상 선명도를 천천히 변화시킨다면, 그 때에 그 균일성은 종종 관람자에게 수용될 수 있다. 만일 그것이 너무 급속하게 떨어진다면, 그 때에는 관람자는 그 영상을 즐길 수 없을 것이다. 이러한 폴-오프(fall-off)는 스크린 이득의 목적된(purposeful) 이용과

연관되는 것보다 다르며, 글래어 효과와 스펙클과는 동일하지 않다. 그러나, 영상 균일성을 위한 하나의 계측은 앞서 언급한 영상 글래어 계측에서의 변동(variations)이다. 균일성을 위해서, 글래어 계측은, 스크린 설계자의 의도에 적합하게, 다양한 선명도 차이(differentials)와 함께 적용된다. 스크린 기술은 다양한 균일성 계측 값을 만들어낼 수 있어야 한다. 이것은 대다수의 종래 기술의 경우에 그러하지 않다.

도 3은 스크린에 의해 만들어지는 영상 선명도 내에서 변화율에 연관된 것으로서, 강도 등윤곽(intensity isocontours, 51), 도시되는 균일성(50), 그리고 글래어(30)의 형상(form) 내에서 영상 비-균일성(non-uniformity), 그리고 스펙클(36)을 보여준다. 종래 기술은, 때때로 다른 스크린 척도를 회생하면서, 많은 방법으로 균일성 롤-오프(roll-off)를 다룬다. 예를 들어, 미국 특허 제5,541,769호에서, 균일한 선명도의 제공(provision)은 다른 것들 보다 더 밝은 영역들로부터 반사되는 광의 양을 줄이기 위해 흡수(absorption)를 의도적으로(purposely) 적용하는 것에 의해 선명도를 회생시킬 정도로 충분하게 중요하다. 이것은 최대 선명도 레벨(maximum brightness level)이 프로젝션 에너지의 매우 비효율적 이용을 제공하는, 가장 취약하게 조정되지 않은 요소들(poorest unadjusted elements)에 의해 영향을 받는다는 것을 의미한다. 미러렛(mirrorlette) 스크린들과 함께, 종래 기술은 관람 볼륨 내에서 보여지는 것으로서 스크린을 가로질러(across) 선명도 균일성을 유지하기 위해, 곡률(curvature)을 전체적인 스크린에 부여한다.

정의에 의해, 단일-이득 램버시안 스크린은 균일할 것이나, 프로젝트된(projected) 영상 품질은 관람 볼륨으로 들어오는 환경광의 산란으로부터 크게 나빠질 것이다. 환경광은 그 스크린 위의 모든 부분에 동일한 선명도와 함께 스크린을 때리지 않을 수도 있다. 그러한 상황에서, 결과는 비-균일 관람자 영상(non-uniform viewer image)일 것이다. 이는 램버시안 광-산란 프로필(Lambertian light-scattering profiles)과 근접한 모든 확산(diffusion) 스크린에 대하여 동일하다.

종래 기술을 이용한 색의 색포화도(saturation)와 색조(color hue)의 재생에 관하여: 밝은 환경광이 관람 볼륨으로 산란될 때, 영상 형성(image-forming) 프로젝션 광에 더해지는 환경광은 영상 색의 색포화도와 색조를 변화시킬 수 있다. 만일 때리는(impinging) 환경광이 백색(white)이라면, 그 때 그것의 추가는 영상 색으로 하여금 색포화도를 잃게 하며 더 패스텔(pastel)화 된다. 만일 환경광이 염밀하게 백색이 아니라면, 그리고 따라서 상대적으로 색포화도화(saturated)된다면, 그 때 영상 광으로부터 색채에 있어서 어떠한 차이는 중간 색조(hue)를 향한 영상 색조의 변동(shift)을 야기한다. 이러한 효과들은 도 5에 도시되어 있으며, 색조(52)는 원의 중심으로부터 반경 방향 참조 라인(54) 사이에서 측정되는 색채에 대한 각에 의해 지시되며, 색포화도(56)는 원주의 반경 거리에서 가장 높다. 색포화도 라인(56)의 길이(L1)는 색포화도의 양(magnitude)을 명시한다. 백색에서 흑색으로 이어지는 회색(neutral color)은 원의 중심점(57)에 의해 표현된다. 도 5는 환경광 색채(60)가 시스템으로 산란 되는 것에 의해 야기되는 분리된 상황에서 영상 색채(58)의 색포화도 저하(desaturation)와 색조 변동을 묘사한다. 그러나, 일반적으로 환경광은 프로젝트된(projected) 영상의 색포화도 저하와 색조 변동을 동시에 야기하는 특성을 가진다. 반경 방향 변위(62)의 양은, 더욱 바람직하게 더 작은 반경 방향 변위(62)의 양과 함께, 색포화도 충실도(fidelity)의 척도이다. 반경 방향 변위 라인(62)의 길이(L2)는, 색포화도 충실도의 양을 명시한다. 각 변위의 양은 더욱 바람직하게 더 작은 양의 각 변위(angular displacement)와 함께, 색조 충실도의 척도이며, 양을 명시하는 각 길이(L3)를 가진다. 환경광 색채(60)는 색채(58)과 혼합되며, 각 변위(L3)을 야기하고, 색채(64)로 결과된다.

종래 기술은 스크린 이득을 향상시킬 수 있으며, 그에 의해 환경 소스들(ambient sources)과 관련된 프로젝트된(projected) 영상으로부터 광의 양을 증가시킬 수 있다. 이것은, 무효화 시키지는 않지만, 환경광의 해로운 효과를 감소시킨다. 그리고 종래 기술은, 영상 척도의 이러한 논의에서 서술되는 다른 필요한 특성들을 여전히 유지하는 반면에, 색포화도 저하와 색조 변동을 철저히 감소시킬 수는 없다. 사실상, 몇몇 기술은, 글래스 비드와 렌즈 어레이 반사굴절(catadioptric) 스크린으로, 다른 색에 대한 다른 반사 굴절률(indices)을 가지는 비드들 때문에 크로마틱(chromatic) 효과와 같은 문제가 있지만, 스크린 이득을 증가시키기도 했다. 종래 기술을 이용한 반사 미러렛들은 색포화도 저하와 색조 변동을 감소시키는 데 있어서 더욱 효과적일 수 있다. 그러나 동시에 글래어와 스펙클이 억제되는 것은 아니다.

종래 기술을 이용한 분해능(resolution)의 보존에 관하여: 환경광의 또 다른 효과는 영상 분해능의 손실이다. 이는, 밝은 대상(objects)에 근접한 흐릿한 대상을 인지하는 것에 있어서 부가된 어려움과 미세한 부분(fine detail)을 분리하는 능력을 감소시키는 것으로, 관람자에게 많은 방법으로 증명된다. 분해능 문제에 대한 하나의 유용한 계측은 관람된 영상에서 수용 가능한 콘트라스트 레벨로 유지될 프로젝트된(projected) 영상에서 가장 작은 크기의 높은 콘트라스트 평행선(폭과 간격이 같은)을 결정하는 것이다. 많은 단일 이득 스크린 디자인에서 횡축으로(transversely) 산란되는 광 때문에, 플라스틱 확산 필름과 같이, 작은 세부를 보는 능력에 있어서 상당한 손실이 있다. 더 밝은 광 스포츠(spots)은 프로젝트된(projected) 영상의 더 어두운 스포츠들에 근접하게 확산된다. 이러한 효과는, 또한 반사굴절(catadioptric) 스크린들에서 보여지는, 작은 영상 요소들(elements) 모두에 대한 대상 에지(object edges)와 마스크들(masks)의 묘사를 저하시킨다. 또한, 인간의 시각에 의한 분해능은 근접한 영상 요소들과 그레이 스케일 선형성과 같은, 본래 영상 선명도 프로필의 유지 사이에서의 선명도 차이(differentials)의 기능이다. 따라서, 종래 기술 미러렛(mirrorlette) 스크린들이 단일 이득 스크린과 반사 굴절(catadioptric) 스크린에 비교하여 횡행(transverse) 산란을 감소시킬 수 있는 반면, 종래 기술 미러렛(mirrorlette) 스크린

의 글래어 콤포넌트들(components)은 또한 영상 분해능을 저하시킬 것이다. 더욱이, 드로잉-아웃 용융 플라스틱 형상들(drawing-out melted plastic shapes)에 기초한 미러렛(mirrorlette) 스크린들은 글래어와 스펙클에 부가되는 표면 스트리에이션(striations)과 불균등성(inhomogeneities)에 취약하다.

몇몇 종래 기술 미러렛(mirrorlette) 개념은 전기주조(electroforming)와 같은 기술을 이용한 복제 툴(replication tool)로서 개별적 미러들(mirrors)의 연마를 요구한다. 그러한 광학적 연마 방법을 위한 실제적 크기 고려 때문에, 결과적인 미러렛(mirrorlette) 셀 크기는 컨퍼런스 룸, 도어 모션(door motion) 영화관, 홈 엔터테인먼트 센터, 그리고 시뮬레이터의 특징이 될 수 있는 것으로서 자세한 관람을 위해서 너무 크다. 이러한 제한은 프로젝트된(projected) 영상의 분해능을 유지할 수 없는 결과를 가져오며, 더 큰 미러렛(mirrorlette) 크기의 경우에는, 모아레 패턴(Moire patterns)으로 이어질 것이다.

종래 기술을 이용한 모아레 패턴(Moire patterns)의 회피에 관하여: 미국특허 제4,297,001호의 안테스(Antes)와 같은 종래 기술의 몇몇 발명자들은 미러렛(mirrorlette) 스크린들에서 분산(dispersion) 요소들(elements)을 위한 크기와 중심부(centers)의 무작위성(randomness)을 위한 필요성을 제안했다. 따라서, 무작위성은 안테스 발명의 특징이다. 그러나, moden 샘플링(modern sampling) 이론은 계측없이 이러한 제안을 보여준다. 사실상, 광 분산 센터(light dispersion centers)가 무작위로 배치되는지, 또는 그렇지 않은지의 문제는 영상-샘플링 주파수(image-sampling frequency)이다. 사실상, 모아레 방지를 위한 양호한 계측은 스크린 분산 센터 배치의 공간 주파수(spatial frequency)가 나이퀴스트 샘플링 비율(Nyquist sampling rate)로 불려지는 정보-이론 표준(information-theory criterion)을 초과하는 것에 의한 인자(factor)이다. 미러렛(mirrorlette) 기술에서 종래 기술은, 스크린 분해능과 관람 거리(viewing distance)의 전형적 요구조건을 위한, 이러한 영역(arena)에서 높은 계측 값을 제공할 수 없으며, 다른 척도들 내에서는 양호한 값을 보여준다. 또한, 안테스(Antes) 발명에서 묘사된 것과 같은 제조 방법과 함께, 무작위성은, 만일 획득될 수 있다면, 급속 각 차단(rapid angular cut-off)과 스펙클의 회피(avoidance)와 그리고 선명도의 균일성에 대하여 반대로 작동할 것이다. 왜냐하면, 실질적으로 무작위 경우에서, 그 발명이 의존하는 버블들(bubbles)의 곡률 반경은 모든 미러렛(mirrorlette)에 대하여 다를 것이기 때문이다. 미러렛 에지(mirrorlette edge)에서 미러렛(mirrorlette) 표면에 수직인 법선(normal)과 함께 만들어지는 미러렛(mirrorlette)의 곡률 반경과 프로젝터의 광학축 각은, 미러렛(mirrorlette) 기술에서의 분산 각(dispersion angle)을 조절하려는 것이다.

종래 기술을 이용한 편광소거(depolarization)의 최소화에 관하여: 앞서 언급된 밝은 광 환경에서 반사굴절(catadioptric) 스크린들의 단점 이외에, 클래스 비드 스크린들과 대부분의 렌즈 어레이 스크린들로부터의 반사는, 투사광(incident light)의 극성(polarity)을 유지하지 않는다. 이것은 편광된(polarized) 구별(differentiation)의 이용이 요구될 때 심각한 장애(drawback)이다. 예를 들어, 3차원 영화를 위한 바람직한 모드(mode)는 두 개의 영상을 동시다발적으로 스크린 위로 비추는 것이다. 하나의 영상은 관람자의 좌측 눈에 의한 프로세싱(processsing)을 위해 의도된 것이고 다른 하나는 관람자의 우측 눈에 의한 프로세싱을 위해 의도된 것이다. 그러한 스크린 위의 두 개의 영상은, 각각의 영상은 다른 영상에 교차-편광(cross-polarized)된 것으로, 관람자에게 두 개 렌즈 개구부(openings) 각각에 적절하게 방위조절된(oriented) 편광기(polarizer)를 가지는 클래스(glasses)를 제공하는 것에 의해 분리된다. 영상들은, 각각의 두 개 영상의 부적절함을 봉쇄하는, 교차 편광 렌즈를 따라 올바른 눈에서 적절하게 관찰된다. 그러나, 클래스 비드 스크린과 다른 반사굴절(catadioptric) 스크린들은 프로젝트된(projected) 광의 반사 위로 프로젝트된(projected) 영상 편광(polarizations)을 적합하게 유지하지 못하기 때문에, 3차원은 사라지고 보통의 관람을 위한 스크린에 의해 가능한 이득은 쓸모없게 된다. 편광 유지를 위한 계측은, 프로젝트된(projected) 편광 영상과 함께 얼라인먼트(alignment)를 가지는 편광기(polarizer)를 통해 관람될 때, 관람자가 90도(교차-편광) 회전된 편광기를 통해 볼 때의 그 것(선명도)에 대한 영상 선명도의 비율이다. 의미 있는 이득과 어떠한 주목할 만한 양의 환경광 제거를 보여주는 종래 기술 스크린은 5 이하의 편광 선명도 비율(polarization brightness ratios)을 가진다.

종래 스크린 기술을 이용한 필름 산업은 본질적으로 무이득(no-gain) 스크린을 써야만 했다. 이것은 3차원(3D) 개발의 결핍(lack)에 있어서 주요한 요소였다. 프로젝터 강도(intensity)는 필름(film)이 과열 됐고 너무 이르게 저하된 관람 글래스(glasses)를 통한 전송(transmission)에 있어서 순실을 극복하기 위해 매우 커야만 했다. 또한, 무이득 스크린들 조차도 편광의 충실도(fidelity)를 유지하지 못하기 때문에, 영상 분리(image separation)는 여전히 불충분하다. 결과는 눈(eyes) 사이에서 포개지고(overlapping) 크로스-피딩(cross-feeding)되며, 이러한 것은 관람자에게 두통과 눈의 피로를 주고, 좋지 못한 영상을 제공한다.

실버/실버 렌티큘러(lenticular) 스크린들은 단일(unity) 보다 적당하게 더 높은 이득을 제공하지만, 색채를 과란색을 향해 변동시키고 글래어를 향한 경향을 가진다. 그러나 이러한 스크린은 여전히 3차원 프로젝션을 위한 최고의 종래 기술 미디

엄(medium)으로서 많이 고려된다. 미러렛(mirrorlette) 스크린들은, 몇몇 종래 기술의 이론에서, 더욱 큰 진보를 제공하는 것 같았다. 그러나, 종래 기술 스크린들은, 글래어, 스펙클, 균일성, 분해능, 그리고 어둡기 척도들이 강한 환경적 광 적용에 맞게 충족되는 것과 동시에 편광소거(depolarization)의 최소화를 제공하지 않는다.

종래 기술을 이용한 광대역 스펙트럼 성능에 관하여: 프로젝션 스크린 유틸리티/utility는 전자기 스펙트럼의 시각적 영역(realms)에 제한되지 않는다. 많은 시뮬레이션 시스템들은 자외선, 근접-적외선, 그리고 열 적외선과 같은, 다른 스펙트럼 영역에서 기능하는 스크린을 요구한다. 반사굴절(catadioptric) 기술에 기초한 어떠한 종래기술 프로젝션 스크린도 이러한 범위의 프로젝션 스펙트럼을 수용할 수 없다. 시각적 파장(visual wavelengths) 내에서 향상된 이득은 다른 스펙트럼 영역(regions) 내에서 유사한 이득의 지시자(indicator)가 아니다. 스펙트럼 범위는 반사 요소들(elements)로 이용되는 유리, 폴리머, 또는 다른 재료들에 의해 전송되는 스펙트럼 보다 더 클 수 없다. 따라서, 글래스 비드 스크린과 같은 스크린은 시각적 스펙트럼의 바깥 쪽 파장에서 이득을 잃을 뿐만 아니라, 그 스펙트럼 바깥 쪽에서 기능조차도 하지 못한다. 이는 그 스크린은 건(guns)으로부터의 지시 광

(designating light)이 자외선 또는 적외선 영역으로 너무 멀리 있는 아케이드(arcades)에서 사용될 수 없다는 것을 의미한다. 그것은 또한 글래스 비드 스크린은, 군사훈련이나 야시장비의 개발과 같은 연구를 위해 바람직한, 열 적외선 스크린의 시뮬레이션을 위해 사용될 수 없다는 것을 의미한다.

종래 기술에서 명시된 향상된 이득 미러렛(mirrorlette) 스크린들은 시각적 영역을 벗어난 스펙트럼 성능의 범위를 증가 시킬 수 있으나, 분해능, 글래어, 스펙클, 균일성, 그리고 정밀한 각 차단(sharp angular cutoff)을 위한 양호한 척도의 보존과 함께 할 수는 없다.

종래 기술을 이용한 상업적 가능성에 관하여: 프로젝션 스크린을 위한 상업적 가능성은, 시장에서의 존재를 가정할 때, 앞서 언급된 시장에 의해 요구되는 것으로서, 제조가능성, 신뢰성, 유지가능성, 안전성, 중량, 유연성(pliability), 비용, 그리고 다른 인자들과 연관된 인자들을 포함한다.

단일 이득 스크린들은 시장에서 즉시 발견되거나, 또는 페인트(paint)와 옷감(cloth)과 같은 즉시 입수 가능한 재료들로부터 만들어 진다. 단일 스크린 방법(approaches)에는 많은 다양성(variations)이 있음에도 불구하고, 색다르게 값비싸거나 작동에 있어 비실제적인 것은 거의 없다.; 그리고 기본적 개념에서의 여러 때문에 실패할 가능성은 거의 없다. 이는 미국특허 제4,006,965호, 미국특허 제4,190,320호등에서 설명되는 대표적으로 다른 접근방법들에 의해 이해된다.

그러한 상황은 미국특허 제4,025,160호, 미국특허 제4,068,922호, 미국특허 제4,089,587호, 미국특허 제4,191,451호, 미국특허 제4,206,969호와 같은 복잡하지 않은 제조 기술을 이용한 향상된 이득의 획득을 청구하는 단순한 반사굴절(catadioptric) 그리고 레티큘레이트된(reticulated) 스크린들과 유사하다.

향상된 이득 반사전용(reflection-only) 스크린들은 앞서 언급된 구조들처럼 시장에서 성공적이지 못했다. 제조단가는 주요 인자다. 예를 들어, 미국특허 제4,235,513호의 구조를 가지는 스크린의 현 위치를 밝히는 인터넷과 문헌 조사는 성공적이지 못했다. 더욱이 현재 세상에서 가장 큰 3개의 스크린 회사(다라이트(Dalite), 드라퍼(Drafer), 베드포드(Bedford))와 함께한 조사는 또한 앞서 언급한 특허 타입(type)의 스크린을 위치하는데 실패하였다. 이와 같이, 미국특허 제4,234,513호의 개념에 기초한 스크린을 발견하려는 노력은 또한 성공적이지 못했다. 이러한 후자의 경우에, 큰-스케일 상업화의 부족은 기본적 기술적 기원(origins)을 가졌을 수도 있었다.

합리적인 제조 가능성을 바라는 많은 발명은 잘못된 개념과 잘못 채택된 가정에 근거한다. 예를 들어, 미국특허 제4,235,513호는 베블들(bubbles)사이에 일정한 콘택트 각(contact angle)에 근거하며, 플라스틱 재료로 만들어진 베블들의 연속된(contiguous) 어레이(array)를 펼치는 능력에 근거한다. 그러한 발명을 위해 가정된 일정한 각(constant angle)은 단지 두 개 베블들을 위한 곡률 중심을 포함하는 평면 내에서만, 그리고 그러한 평면이 지나가는 두 개의 베블들의 탄젠트(tangent)에 대해 수직인 평면 내에서만 발생한다. 이 각은 베블들의 연속된 어레이를 위해 고정되지 않으며, 평면이 베블 표면의 평면에 대한 수직 축 둘레를 회전할 때 다르다. 더욱이, 베블들과 그 어레이의 형성(formation)은 비누 거품들의 그룹과 같지는 않을 것이다. 비누 거품들은 그들의 성질 그대로 작용한다. 왜냐하면 그들은 얇은 막들이고 표면 인장력이 응집과 중력을 지배하기 때문이다. 표면의 유닛 영역(area)에 대한 중량은 비누 거품들보다는 주조된(molten) 플라스틱과 다를 것이다. 명백하게, 비누 거품들로 한 실험의 결과는, 연속적인 베블들의 시트(sheet)를 좌우로 펼치는 효과를 포함하면서, 다른 베블들로 자동적으로 확장될 수 없다.

특정한 패턴들에 대한 지금까지의 논의의 목적은 그러한 특허를 공격하는 것이 아니라, 상업적으로 실행하기에 어렵게 보이는 개념들이 어떻게 실제에서 실행되는 데 어려운가를 궁극적으로 보여주는 데 있다. 더욱이, 그릇된 가정에 기초한 특허들은 그들이 예측한 대로 작동하지 않기 때문에 시장에서 실패할 수도 있다.

앞서 언급한 여러 가지 경우에서 미러렛(mirrorlette) 어레이들은 강한 환경적 조명에서 작동될 수 있는 높은 이득 스크린들을 위한 다른 접근방법들에 대하여 상당한 이점을 가지는 것을 인식할 수 있다. 그러나 기술적으로 그리고 상업적으로 실행 가능한 미러렛(mirrorlette) 배열(array)을 실현시키기 위한 능력은 종래 기술을 이용하여 가능할 수 없다. 스크린 기술에서 진보의 문제는 미러렛들(mirrorlettes)의 잠재가능성(potential)을 인식하는 데 실패했기 때문이 아니다. 차라리, 스크린들에 있어서 진보의 문제는 그러한 어레이를 위한 실현 가능한 제조 방법이 포착하기 어려웠다는 것과 이해의 부족으로 인해 최적의 미러렛(mirrorlette) 모양(figure)이 간과되었다는 것이다. 방법, 툴링(tooling), 그리고 형상(shape)의 새로운 발명은 앞서 언급된 모든 프로젝션 스크린 척도를 충분하게 검토할 필요가 있다. 그러한 것들은 본 발명의 요소들이다.

발명의 상세한 설명

발명의 요약

앞서의 문제점들에서 본 발명이 개발된 것이다. 본 발명은 전형적인 프로젝션 스크린으로서 몇몇 경우(instances)에서 작동할 수 있는 프로젝션-수신 표면(projection-receiving surface)과 그러한 것을 만드는 방법이다. 특별하게, 본 발명은 강한 환경광에서 조차 높은 이득과, 글래어(glare)와 스펙클(speckle)의 방지, 높은 콘트라스트(contrast), 그레이-스케일 선형성(gray-scale linearity)의 보존, 선명도(brightness)의 균일성(uniformity), 급속 각 차단(rapid angular cut-off), 편광(polarization)의 보존, 그리고 넓은 스펙트럼 영역에서 작동하는 능력을 제공할 수 있는, 프로젝션 미러렛 스크린들(projection mirrorlette screens)과 관련된다. 이러한 성과는 수퍼-파장(super-wavelength) 형태(morphology, 여기서는 모양(figure)를 뜻함)를 만들기 위해 이용되는 프로세스들(processes)로부터 서브-파장 형태(morphology, 여기서는 피니쉬(finish)를 뜻함)에서 이용되는 재료 프로세스들(material processes)의 목적적 분할(purposeful partitioning)을 이용하는 제조 방법(method)으로부터 야기된다. 본 발명의 제조 기술은, 미러렛(mirrorlette)의 피니쉬는 미러렛(mirrorlette)의 모양(figure)이전에 성립되며, 대다수의 모양(figure)은 어떠한 툴링(tooling)이나 몰드(mold)와의 접촉없이 달성된다는 점에서 종전의 기술로부터 철저히 벗어난다. 또한, 본 발명의 목적적 미러렛(mirrorlette) 형상(shape)은 얕은(shallow) 현수선(懸垂線)들(catenaries)과 현수면(懸垂面)모양(catenoïd-like)의 형상들로 구성된 그룹들로부터 선택된다.

본 발명은, 태양에 의한 강한 광의 직접 조명에서 조차, 강한 환경광의 환경 내에서 영상 품질을 만들어내기 위해 필요한 성능 값을 제공한다. 이러한 것을 용이하게 하는 본 발명의 요소들(elements)은 신규하고 비자명한 제조 방법, 신규하고 비자명한 툴링(tooling), 그리고 신규하고 비자명한 형상(shape)이다. 이러한 것들은 이전에는 결코 사용할 수 없었던 계측 레벨들의 조합을 산출하기 위해 조합된다.

본 발명을 이용한 프로젝션-수신 표면 선명도(brightness)의 효과적 제조에 관하여: 본 발명은 아크(arc)의 크기(magnitude)에 대한 다양한 옵션(option)과 함께 근접하게 어떠한 연속적인(contiguous) 미러렛(mirrorlette)의 주변(peripheral) 형상이 달성될 수 있는 곡선화된(curved) 미러렛(mirrorlette) 제조 방법을 제공한다. 그러므로, 근접하게 어떠한 분산 프로필은, 수직과 수평 각 안에서 다른 범위(extents)의 분산을 가지는 그러한 것들을 포함하면서, 달성될 수 있다. 왜냐하면 관찰자들(observers)은 미러렛(mirrorlette)의 초점 길이(focal length)는 상대적으로 중요하지 않을 만큼 충분히 떨어져 있기 때문에, 개별적인 미러렛들(mirrorlettes)은 수용 가능한 영상 분해능(image resolution)에 관련하여 작다. 그러므로, 미러렛(mirrorlette)이 오목하고(concave) 프로젝션-수신 표면의 전방(또는 후방도 가능)에서 실초점(real focal point)을 형성하든, 또는 미러렛(mirrorlette)이 볼록하고(convex) 프로젝션-수신 표면의 뒤에 허초점(virtual focal point)을 형성하든, 관찰자는 동일한 영상과 이득을 볼 것이다. 원하지 않는 광의 제거는 또한 미러렛(mirrorlette)이 오목하거나 볼록하거나 동일할 것이다.

본 발명을 이용한 글래어와 스펙클의 방지에 관하여: 본 발명은 미러렛(mirrorlette) 셀들의 영역(area)과 에지(edges)가 조절 가능한 프로필 안에 일정한 곡률 내에 있는 어레이(array)이다. 이것은 글래어를 발생시키는 원하지 않은 집중(collective) 효과의 산출을 무효화 시키고, 스펙클을 방지하기 위한 통계적 집적(integration)을 위한 필요를 제거한다. 만분의 일보다 작은 스펙클 계측은 본 발명에 의해 달성된다.

본 발명을 이용한 각 차단율의 조절에 관하여: 본 발명은 각 분산 프로필의 혼합(mix)을 발생시키기 위하여 선택될 수 있는 미러렛(mirrorlette) 곡률과 크기를 혼합한다. 그 셀들의 효과는 바람직한 각 차단율을 집단적으로(collectively) 만들어 낼 수 있다. 만일 미러렛(mirrorlette) 크기와 곡률이 동일하게 유지된다면, 차단율은, 관람자가 미리 설계된 관람 볼륨 밖으로 움직임에 따라 영상 내에서 급격한 드롭-오프(drop-off)를 주면서, 극도로 빨라질 수 있다. 본 발명의 급속 각 차단(rapid angular cut-off)과 극한의 서브-파장 표면 피니쉬 없이, 공간적으로 분리될 수 있는 다중 영상들은 중요한 영상 크로스 토크(cross talk) 없이 관찰될 수 없을 것이다. 관람 볼륨 에지(edge)에서 각도당(per degree) 99%의 각 차단율은 본 발명의 바람직한 실시예이다.

본 발명은, 청중들과 광학 환경을 위해 필요한 것으로서, 각 차단율을 1%보다 작은 값에서 99% 까지 조절(tune)할 수 있다. 99%의 차단율은 프로젝션-수신 표면의 법선(normal)에 관하여 관람 각(viewing angle) 내에서 변화에 따라 분리되는 것이 예정된 동일한 프로젝션-수신 표면 위에 다중 영상을 위해 가치가 있다. 10% 또는 더 큰 비율은 의미 있는 파워(power) 이득을 획득하기 위해 필요하다. 본 발명은 수평과 수직 각 차단율을 분리되게 조절할 수 있다.

본 발명을 이용한 콘트라스트 어둡기의 유지에 관하여: 본 발명은 미러렛(mirrorlette)의 서브-파장 피니쉬가, 곡선(18) 또는 그보다 더 양호한, 모든 곳에서 매우 높은 광학 품질을 가지는 제조 방법을 포함하며, 그러므로 미러렛(mirrorlette) 영역(area)은 스펙큘러(specular) 반사에 의해 정의되는 것이 아닌 다른 어떠한 각으로 가장 강한 광조차도 산란시키지 않는다. 따라서, 프로젝션-수신 표면 설계자는, 원하지 않는 환경적 광이 관람자 볼륨으로부터 빛겨나가게 하기 위하여, 셀 모양(figure), 프로젝션-수신 표면 방위(orientation), 프로젝터 포지션(position), 그리고 관람자 위치(viewer location)를 교환할 수 있는 것이 바람직하다. 바람직한 실시예에서, 직접 태양광 조차도 영상의 어두운 영역을 제압하지 않으면서 프로젝션-수신 표면 위로 떨어질 수 있다.(앞서 지적된 것처럼, 종래 기술은 요구되는 계측을 달성하기 위해 적합한 표면 피니쉬를 가진 미러렛들(mirrorlettes)의 다양한 어레이들(arrays)을 어떠한 실용적인 방법으로 만들어 낼 수 없다.)

본 발명의 이점은, 직접 태양광 내에서 작동을 위해 조절될 때, 스테라디안 당(per steradian) 0.001 보다 작은 인-뷰어-볼륨(in-viewer-volume) 산란 비율이다. 직접 태양광(주광)에서 이용을 위해, 본 발명의 이점은 스테라디안 당(per steradian) 0.01보다 작은 인-뷰어-볼륨(in-viewer-volume) 산란 비율이다. 실내 광에서 이용을 위해, 본 발명은 스테라디안 당(per steradian) 0.05보다 작은 인-뷰어-볼륨 산란 비율을 달성한다.

본 발명을 이용한 그레이 스케일 선형성의 보존에 관하여: 본 발명의 바람직한 실시예는, 콘트라스트를 보존하기 위해서 뿐만 아니라, 그레이 스케일 선형성을 보존하기 위해서 비-관람자(non-viewer) 위치(locations)에 환경적 광의 스펙큘러(specular) 변위(displacement)를 달성한다. 직접 태양광에서 0.5 보다 큰 그레이 스케일 선형성 계측은 이 발명에 의해서 달성된다.

0.75 보다 큰 선형성 계측은 간접 태양광(sunlight, 채광(skylight))하에서 본 발명에 의해 달성된다. 0.9 보다 큰 계측은 은은한(subdued) 실내 광 조건하에서 달성된다. 0.98 보다 큰 계측은 어두운 극장에서 이용을 위해 본 발명에 의해 달성된다.

본 발명을 이용한 영상 균일성의 유지에 관하여: 본 발명은 개별적 미러렛(mirrorlette) 형상들을 조절하는 방법을 제공하며, 이는 분산(dispersion)이 프로젝션-수신 표면 위에 다른 위치에서 다르게 만들어지는 것을 허락하고, 그에 의해 만일 필요하다면 선명도의 균형을 맞추는 수단을 제공한다.(비록 프로젝션-수신 표면을 가로지르는 미러렛(mirrorlette) 모양의 균일성이 이미 균일할 것이며 조정(adjustment)은 보통 필요하지 않을 것이다.) 그러나, 모든 매우 높은 이득 프로젝션 프로젝션-수신 표면들에서, 수용부(accommodation)는 기하학적으로 만들어져야만 한다. 이러한 수용부는 전체적인 프로젝션-수신 표면에 보상(compensating) 곡률을 부여하는 것에 의해 종래 기술과 함께 만들어 진다. 본 발명은, 유사한 전체적 보상 곡률이 이용될 수 있거나, 또는 각각의 개별적 미러렛(mirrorlette) 위에 경사(tilt)를 부가하는 옵션(option)이 평평한 전체적 프로젝션-수신 표면 형상의 보존(retention)을 용이하게 하는, 미러렛(mirrorlette) 어레이들(arrays)의 제조를 가능하게 한다. 또 다른 바람직한 실시예는 균일성이 선택될 수 있는 방법을 제공한다. 균일성의 정량화(quantification)에 적절한 계측은, 프로젝터(projector)에 의한 완전하게 균일한 조명과 연관된 프로젝션-수신 표면의 선명도 재생의 제곱평균(route-mean-square, rms) 변수(variation)이다. 계측을 위한 제곱평균(rms) 값은 다양한 샘플링 비율들에서 결정되어야만 하며, 절대 제곱평균(absolute rms)의 유닛-레스(unit-less) 비율로서 결정되어야만 한다.

본 발명을 이용한 색조(color hue)와 색포화도(color saturation)의 재생에 관하여: 본 발명은, 색조와 색포화도에 있어서, 영상 색의 변동(shift)을 방지하기 위하여 강한 환경광의 스펙큘러(specular) 제거를 사용한다. 태양광에서, 종래기술은 99% 위로의 포화도저하(desaturation)를 겪는 반면, 본 발명은 10% 미만에서 포화도저하를 겪는다. 본 발명은 어두운 환

경을 위한 색상환(color wheel)에서 5도(degree) 그리고 백색-광(white-lighted) 실내를 위한 색상환에서 15도(degree) 이내에서 색조의 재생(reproduction)을 달성할 수 있다. 추가적으로, 본 발명은 25% 이내에 오프-액시스(off-axis) 태양 광에서, 그리고 2% 이내에 어두운 실내광에서 직접적으로 색포화도를 유지한다.

본 발명을 이용한 분해능(resolution)의 보존에 관하여: 본 발명은 수백만 개의 미러렛들(mirrorlettes)을 가지는 프로젝션-수신 표면들을 제조하는 방법을 제공하며, 각각의 미러렛들(mirrorlettes)은 밀리미터(mm) 사이즈보다도 상당한 정도로 더욱 작게 만들어 질 수 있다. 프로젝션-수신 표면은 본 발명을 따라 쉽게 만들어 질 수 있으며, 셀들은 일 미터보다 더 가까운 거리에서 눈(eye)에 의해 분해할 수 없다. 빌보드(billboards)와 같은 프로젝션 부호들(signs)을 위해, 본 발명은 5천 만 개를 넘는 미러렛들(mirrorlettes)을 제공할 수 있다. 이는 가장 높은 품질의 35mm 프로젝션 필름의 분해능을 유지할 수 있다. 왜냐하면, 미러렛들(mirrorlettes)은 그러한 높은 광학 모양(figure)과 함께 표면화(surfaced)되기 때문에, 환경적 광의 편향(deflection)은 완성되고 크로스 토크(cross talk)에 대한 셀들의 능력은 제거된다. 분해능의 보존에 적절한 계측은 광학 시스템을 위해 이용되는 표준 모듈레이션 트랜스퍼(averaged modulation transfer)이다. 본 발명은, 어두운 실내에서, 제로(zero) 공간 주파수로부터 원-인버스(one-inverse) 프로젝션 수신 표면 셀의 공간주파수까지 영상 공간을 통하여 0.05 내에서 평탄하고, 조명된 실내에서 0.15에서 평탄한, 표준 모듈레이션 트랜스퍼 기능을 달성한다.

본 발명을 이용한 모아레 패턴(Moire patterns)의 회피에 관하여: 본 발명은 모아레 패턴의 발생을 회피하기 위하여 충분히 가깝게 이격된(spaced) 미러렛들(mirrorlettes)의 어레이(array)를 만들어 낸다. 비록 본 발명의 미러렛(mirrorlette) 어레이가 통상의 패턴을 가지더라도, 모아레 효과는 영상 샘플링을 위해 나이퀴스트(Nyquist) 표준(criterion)이 충족되는 어레이 밀도(array density)를 이용하는 것에 의해 완전하게 회피된다. 이는 본 발명에 의해 쉽게 달성된다.

본 발명을 이용한 편광소거(depolarization)의 최소화에 관하여: 본 발명은 더욱이, 반사 동안에 광의 전기장 방위(orientation)가 매우 적게 회전할 정도로, 모든 미러렛(mirrorlette)에 곡률을 제공한다. 본 발명에서, 교차-편광된 프로젝터(cross-polarized projector)와 관람자 필터들(viewer filters)의 분리(isolation)는 500:1 보다 더 클 수 있다. 이는 본 발명에 비교할 수 있는 높은 분해능, 글래어-프리(glare-free), 높은 이득, 환경광 제거 프로젝션-수신 표면 계측 값들을 시도한 종래 기술보다 수백 배 양호한 것이다. 추가적으로, 본 발명을 이용한 편광 분리(polarization isolation)는 프로젝션-수신 표면 선명도 손실과 3차원 영화를 위한 산업 표준과 같은 종래 기술과 연관된 색채 변동들(shifts) 없이 획득된다.

본 발명을 이용한 광대역 스펙트럼 성능에 관하여: 본 발명은 미러렛(mirrorlette) 크기가 회절 없이 보다 긴 파장들을 수용하도록 세팅될 수 있는 광대역 반사 프로젝션-수신 표면을 제공한다. 본 발명의 프로젝션-수신 표면은 자외선의 짧은 파장들 뿐만 아니라 원 적외선(far infrared)의 긴 파장들로 이용될 수 있다. 알루미늄은 미러렛들(mirrorlettes)의 표면화(surfacing)를 위해 본 발명에 이용 가능한 광대역 코팅들(coatings) 중의 하나이다. 그러한 코팅은 0.3 마이크로미터 파장 위의

전체 전자기 스펙트럼을 통한 반사를 지원한다.

본 발명을 이용한 상업적 실현가능성에 관하여: 본 발명은 앞서 언급한 척도들 각각에서 높은 성능을 가지는 프로젝션-수신 표면의 상업적으로 실현가능한 제품(production)이다. 본 발명의 프로젝션-수신 표면은 제조가능성, 신뢰성, 유지가능성, 내구성(durability), 안전성, 중량, 유연성(pliability), 비용, 그리고 시장에 의해 요구되는 다른 인자들을 포함한다. 따라서, 본 발명의 제조 방법은 그러한 인자들을 검토한다. 본 발명의 특이한 방법은 특히 효과적이고 신뢰할 수 있는 비용(cost)이다. 모든 이러한 문제(issues)는 본 발명의 개념과 함께한 실험 방법에서 검토되고 증명되었다. 본 발명의 제조 방법을 이용하여 수천 평방 미터가 성공적으로 제조되었다.

앞서 언급된, 기초적인 기술적 단점들뿐만 아니라, 재료들과 제조 문제점들을 가지는 종래 미러렛(mirrorlette) 프로젝션 스크린 기술과는 달리, 본 발명은 기술적으로 그리고 상업적으로 실현 가능한 최초의 것이다. 본 발명의 광학 피니쉬 콤포넌트(component)는 적당한 가격에 시장에서 즉시 입수할 수 있다. 모양-조절(figure-governing) 콤포넌트(component)는 표준 기계 내에서 만족스러운 도구(tool)이고 만드는 프랙티스(practice)를 형성한다. 그리고 피니쉬와 모양(figure)을 조합하는 방법은 신뢰할 수 있다. 이러한 인자들은 미러렛(mirrorlette) 프로젝션-수신 표면을 위한 합리적인 제조 비용과 지금까지의 종래 기술에서 회피했던 또 다른 상업적 필요를 지원한다. 더욱이, 종래 기술과는 달리, 이 발명의 프로젝션-수신 표면은 매우 넓은 이음새 없는(seamless) 시트(sheet)로 제조될 수 있다. 프로젝션-수신 표면은, 실험을 통해 이미 증명된 것으로서, 얇고, 가벼우며, 그리고 유연성(pliable)이 있을 수 있다. 보호 코팅들은 클리닝(cleaning)과 환경적 노출의 해로운 효과에 대한 방어물(shield)로 적용될 수 있다.

더욱이, 본 발명의 다양한 실시예들의 구조와 작동뿐만 아니라, 본 발명의 특징과 이 점들은, 첨부된 도면들을 참조하여 아래에 자세하게 기술된다.

도면의 간단한 설명

첨부된 도면들은, 명세서에 첨가되고 일부분을 이루는 것으로서, 본 발명의 실시예를 도시하고, 상술과 함께 본 발명의 원칙들을 설명한다.

도 1은 일 실시예 프로젝션-수신 표면 타입들(types)을 위한 2차원 선명도 프로필(brightness profiles)들을 도시한다.

도 2는 표면 피니쉬와 반사의 확산 계수(difusivity) 사이의 관계를 도시한다.

도 3은 글래어, 스펙클 그리고 균일성의 개념을 도시한다.

도 4는 관람 볼륨으로 확산되는 환경적 광의 다른 레벨들로서 영상 콘트라스트의 저하와 그레이 스케일 선형성의 저하를 도시한다.

도 5는 관람 볼륨으로 확산되는 환경적 광으로서 색조와 색포화도의 순실을 도시한다.

도 6은 본 발명의 기계적 부품들(parts) 즉, 높은 피니쉬 유연성 시팅(high-finish pliable sheeting), 모양-조절(figure-governing) 셀들의 어레이, 스페이싱 메쉬(spacing mesh), 툴 홀더(tool holder), 그리고 어징 포스(urging force)를 부여하기 위한 장치를 도시한다.

도 7은 모양-조절(figure-governing) 셀들의 어레이에 의해 변형되는 유연성 시팅(pliable sheeting)을 도시한다.

도 8은 솔리드 백킹(solid backing)에 의해 고정된 미러렛(mirrorlette) 어레이를 도시한다.

도 9는 세팅 유체(setting fluid)와 함께 연속적 어레이(contiguous array)의 하나의 셀을 도시한다.

도 10은 다양한 섹션(section)으로 더 명시된, 본 발명의 다양한 실시예들을 도시한다.

도 10A, 10B, 10C 및 10D는 본 발명의 다양한 실시예의 크로스-섹션(cross-section)을 도시한다.

도 11A, 11B, 11C, 11D, 11E 및 11F는 다양한 비선형 셀 구조들의 원근도와 상측면도를 도시한다.

도 12A, 12B, 12C, 12D, 12E, 및 12H는 혼합된 셀 구조들의 원근도와 평면도를 도시한다.

도 13A 와 13B는 비선형 셀 구조들을 포함하는, 혼합된 셀 구조들의 원근도와 상측 평면도를 도시한다.

도 14A 와 14B는 프로젝터의 다른 측면들로부터 관람될 수 있는 프로젝션-수신 표면 위로 프로젝트된(projected) 영상을 도시한다.

실시예

바람직한 실시예의 상세한 설명

참조 숫자가 요소들(elements)을 지시하는 첨부된 도면을 참조하면, 도 1은 본 발명에서 획득 가능한 파워 밀도(power density) 대(versus) 각 오프-액시스 각 프로필(angle off-axis angle profile, 16)을 보여준다. 프로필(16)에서 차단율은 동일한 형상의 두 번째 프로필(16)이 첫 번째에 중복됨 없이 동일한 도 1에 표시될 수 있을 만큼 충분하게 급격(sharp)하다. 사실상, 여러 개의 프로필들은 동일한 곡선위에 표시될(plotted) 수 있다. 이러한 사실은 하나의 영상 이상을 본 발명의 동일한 표면위에, 각각의 영상이 다른 것으로부터 간접 없이 분리되어 관람될 수 있으면서, 프로젝트되는(projected) 것을 가능하게 한다. 도 1에서, 발명이 아닌(non-invention) 프로필들(8, 11, 그리고 14)로는, 중복(overlap) 없이 그래프 위로 반복될 수 있는 방법이 없다. 이러한 사실은, 본 발명으로 형성된 표면이 다중 영상을 수용하게 하면서, 각각의 영상이 다

른 영상들로부터 간접 없이 관람될 수 있는, 본 발명의 구별되는 특징이다. 프로젝션-수신 표면이 2차원이고 도 1이 두 개의 차원 중 하나에서만 프로필을 보여준다는 것을 인식한다면, 여러 개의 개별적 영상들은, 보여지는 특별한 영상이, 표면이 그로부터 관람되는, 스크린에 관련된, 수평과 수직 각에 의존하는 곳에서 제공될 수 있다는 것은 명백하다.

도 6은 본 발명의 바람직한 실시예로서, 도 8의 원근도에서 도시하는 미러렛(mirrorlette) 모양들(100)을 만들어 내는 것이다. 미러렛들(mirrorlettes)은 툴(tool, 108)안에서 인접하는 셀들(106)의 주변에 첨점(尖點)화된 레지들(cusped ledges, 104)을 접촉하여 걸려진 유연한(pliable) 변형 가능한(deformable) 시트(102)를 이용하여 제조된다. 특별하게 적합한 유연한 변형 가능한 시트(102, 또는 필름)는 던모어 코포레이션(Dunmore Corporation, 145 와튼 로드, 브리스톨, 피에이 19007-1620145 Wharton Road, Bristol, PA 19007-1620)의 알루미늄 처리된(aluminized) 캡톤(Kapton) (일 천분의 0.5 내지 1.0 인치 두께)의 그것들과, 시그마 테크놀러지스(Sigma Technologies, 아리조나 주 투손(Tucson))의 알루미늄 처리된 폴리에스테르를 포함한다. 네 개의 점(105a, 105b, 105c, 그리고 105d)과 첨점(尖點)화된 레지들(104) 상단은, 변형 동안에 시트(102)가 적절한 위치에 있도록 지지하게 해주는 위한 충분한 마찰력을 창출한다.

셀들(106)의 내부(interior, 110)는 첨점(尖點)화된 레지들(104)에 의해 정의되는 주위부(periphery)에 관련하여 우뚝하게(recessed) 만들어 진다. 유연한 시트(102)의 한쪽 면은 광학적-품질 피니쉬를 가진다. 셀들(106)의 첨점(尖點)화된 레지들(104)은 유연한 시트(102)가 높은 이득 반사에 적합한 표면 모양으로 되게 하기 위한 현수면(懸垂面)모양(catenoïd-like)의 부유(浮游, suspension) 레지들로 사용된다. 현수면(懸垂面)모양의 형상을 달성하는 핵심(key)은, 유연한 시트(102)가 첨점(尖點)화된 레지(104)에 의해 어떤 상당한 범위(extent)로 변형되는 것 없이, 유연한 시트(102)가 "105a", "105b", "105c", 그리고 "105d"와 같은 다양한 스트레칭(stretching) 점들 사이에서 펼쳐지는 것이다. 유연한 시트(102)의 부분들(portions)을 가지는 것은, 유연한 시트(102)를 위한 동일한 접촉점들을 제공하는, 강모(bristles) 또는 무딘 바늘 모양(blunt needle-like) 프로젝션들(미도시)의 어레이를 이용하는 것에 의해 현수면(懸垂面)모양의 형상을 달성할 수 있다. 그러나, 현수면(懸垂面)모양의 미러렛(mirrorlette) 제조(formation)의 가장 신뢰할 만한 방법은 첨점(尖點)화된 레지들(104)의 이용에 의한 것으로 고려된다는 것이 인식된다.

유연한 변형 가능한 시트(102)의 양면 사이에서 유체적 힘의 차이(fluidic force differential)를 창출하기 위한 장치(112)는 부유된(suspended) 유연한 시트(102)를 균일한 어징 포스(urging force)(중력의 영향하에서 두 개의 부유(suspension) 점들 사이에 걸려진(hung) 케이블과 같이)에 종속시키는 데 이용된다. 하나의 바람직한 실시예에서, 유연한 변형 가능한 시트(102)위로 유체적 힘의 형태(form)에서 균일한 어징 포스(urging force)는 셀들의 내부에 진공(vacuum)을 만드는 장치(112)에 의해 제공된다. 그러한 진공이 힘을 증가시키는 데 적용되므로, 유연한 변형 가능한 시트(102)는 변형되고, 따라서 툴(tool)의 형상(108)을 가정하기 시작한다. 그러나, 시트가 변형될 때, 시트(102)가 내부(110)에 거의 접촉하기 이전에, 진공 힘(vacuum force)은 정지된다. 균일한 어징 포스(urging force)는, 도 7에서 보여지는 시트(102)를 야기시키는 것으로서, 위로부터 시트(102)를 각각의 셀(106)로 밀어 넣으면서, 또는 아래로부터 시트(102)를 각각의 셀(106)로 잡아 당기면서 형성될 수 있다.

바람직한 실시예에 따르면, 균일한 어징 포스(urging force)는 아래에서부터 적용된다. 특히, 작은 구멍(H)은 각각의 셀(106)의 바닥 내에 위치할 수도 있다. 이러한 작은 구멍(H)은 유연한 변형 가능한 시트(102)에 적용되는 대략적으로 24 인치(inches) 압력의 진공 힘(vacuum force, V)을 위한 수단을 제공한다. 더 넓은 범위(field)의 관람을 위해서, 더 높은 변형이 요구되고, 더 많은 진공 힘(V)이 이용된다. 더 좁은 범위(field)의 관람을 위해서, 더 낮은 변형이 요구되고, 더 적은 진공 힘(V)이 이용된다. 시트(102)의 표면에 대해 적용되는 진공 압력(vacuum pressure)을 균일화하는 것을 도와주기 위해, 메니폴드(manifold)/메쉬(mesh) 스크린(S)은 작은 구멍(H)과 진공 소스(vacuum source, V) (여기서 툴 홀더(T)의 옆면을 통해 적용되는) 사이에서 이용될 때 가장 잘 작동한다는 것이 밝혀졌다. 더욱이 메니폴드/메쉬 스크린(S)은, 툴(108)이 툴 홀더 내에서 걸리는(jammed) 것을 방지하기 위해, 툴 홀더(T)로부터 툴(108)을 분리하는 데 이용될 수도 있다. 최적의 모드에서, 만일 첨점(尖點, cusp)이 완벽하게 치수화(dimensioned)되지 않는다면, 작은 구멍(H)은 각각의 셀(106)의 바닥에 위치하지 않는다. 만일 첨점(尖點)이 완벽하게 치수화되지 않는다면, 어떤 셀들(106) 내에서 구멍들(H)을 위치하는 것을 “뛰어 넘을(skip)” 수 있다.

그러므로, 변형된 유연한 시트(102)는, 도 10A에 도시된 오목한 부분(118)의 어레이(array)를 제공한다. 첨점(尖點)화된 레지들(104) 사이에서 내부(110)를 가로지르는 유연한 시트(102)의 표면 형상 내에서 결과적 변형은 곡선화된 미러렛(mirrorlette)(100) 형상이다. 이러한 미러렛(mirrorlette) 형상은 현수선(懸垂線)(catenary)과 현수면(懸垂面)모양(catenoïd-like)의 형상으로 구성된다. 유연한 시트(102) 표면의 광학 품질은 셀의 우뚝하게 들어간 내부(110)를 가로지르는 부유(suspension)를 통하여 보존된다. 왜냐하면 우뚝한 곳(recess)은 유연한 시트(102)가 첨점(尖點)화된 레지들(104)에 의해, 부유된(suspended) 주변부(periphery)에서를 제외한 어떠한 곳에서든지 툴링(tooling)에 접촉하지 않는 것을 확실하게 할 만큼 충분히 깊기 때문이다. 바람직한 실시예에서, 각각의 첨점(尖點)화된 레지의 에지(edge) 두께는 일만에서 이만 분의 일 인치 사이에 있다. 따라서, 가로와 세로가 각각 1mm인 미러렛(100)을 위해서, 에지 불완전

(imperfection)은 무시할 수 있다. 도 9에서 보여진 것처럼, 시트(102)는 툴(108)위에 놓여져 있는 반면에, 시트(102)의 비-레지(non-ledge) 측면 위에 오목한 부분(118)으로 세팅 유체(setting fluid, 120, 고체 필러(solid filler))를 붓거나 뿐리는 것은, 변형된 유연한 시트(102)의 형상을 고정한다. 그 후, 유체(120)는 유연한 시트(102)에 접착하여 세트(set)되고, 미러렛(100) 형상들을 고정시킨다.

본 발명에 특별하게 적합한 것으로 보여진 세팅 유체 고체 필러(Setting fluid solid filler) 재료들(120)은 하부판(substrate)을 제조하는 데 이용되는 하부판 제품들(products)이다. 하부판 재료는 변형된 필름(102)을 형상으로 “고착”(locks)시키는 백킹 재료(backing material)이다. 하부판 제품들은 전형적으로 에폭시, 발포제, 기타등등이 해당된다. “하부판 재료”(substrate material)란 용어는 시트(102)로부터의 그러한 재료들(materials)과 구별하기 위하여 사용된다. 시트(102)는 얇고, 알루미늄 처리된 필름, 금속 코팅된(metallically-coated) 필름(금 또는 은으로 처리된 필름), 또는 쓰리 엠(3M) 회사에서 제조, 판매되는 것과 같은 비금속 반사 필름일 수도 있다. 바람직한 하부판 재료는 캘리포니아 베니치아(Benicia)의 어플라이드 폴라리믹스(Applied Polaramics) 사로부터 획득될 수도 있다. 어플라이드 폴라리믹스로부터의 바람직한 특정 물질은 EFM15와 EFM 18 폐놀(phenolics) 뿐만 아니라, 266 에폭시와 AU16 폴리우레탄이다. 만일 필요하다면, 접착층(124)은 변형 가능한 시트(102)와 고체 필러 재료를 결합하는 것을 도우기 위해 이용될 수 있다. 만일 266 에폭시가 하부판으로 이용되고, 시그마 테크놀러지(Sigma technologies)의 알루미늄 처리된 폴리에스테르가 이용된다면, 록타이트(Locktite) 사(CT 06067, 로키 힐, 노스 아메리카 그룹)로부터 입수 가능한 록타이트(Locktite) 770 이 바람직한 접착층이다. 록타이트 770은 266 에폭시와 결합되는 데 이용되는 어떠한 시트(102)에 대해서 바람직한 접착층이다.

미러렛(100)은 광학적 품질 피니쉬를 가진다. 광학 품질 피니쉬 면(side)은, 유연한 시트(102) 변형 프로세스(process)의 이전 또는 이후에, 코팅(116)으로 제공될 수도 있다. 그래서, 만일 유연한 시트(102)가 이미 적합하게 반사된다면, 그때에는 어떠한 추가적인 코팅(116)도 요구되지 않는다. 그러나, 시트(102)는 알루미늄, 은, 또는 프로젝션-수신 표면이 이용될 스펙트럼 영역에 적합한 다른 재료와 같은 반사 재료로 코팅될 수도 있다. 유연한 시트(102)가 적어도 두 개 층의 재료, 즉, 투명층과 반사층으로 만들어 진다는 것은 명백하다. 어떠한 경우에는, 투명층은, 어떠한 추가적인 표면 예비(preparation) 없이 반사층에 직접적으로 결합된다. 또 다른 경우에는, 반사층은 투명층이 효과적으로 결합되게 하기 위해서 화학적으로 에칭되어야만(etched) 한다. 또 다른 경우에는, 중간 결합층(미도시)이 투명층과 반사층을 결합하기 위해 이용된다.

만일 희망된다면, 환경적 손상을 방지하기 위하여, 코팅(116, 도 9 와 도 14A에서 특히 참조되는 것처럼)위로, 예를 들면, 얇은 아크릴 코팅, 또는 산화, 마모, 또는 다른 표면 저하를 방지하기 위한 폴리에틸렌 코팅과 같은 것으로서, 추가적인 투명 보호 코팅이 표면에 적용될 수도 있다. 그러한 코팅들은, 필라델피아, 54번가 1901 S에 위치한 피바디 연구소(Peabody Laboratories, Inc)로부터 구매될 수 있으며, PERMALAC이라는 상표로 판매된다. 이미 툴(108)에 의해 마주보는(opposite) 반사 표면과 툴(108)에 대면하는(facing) 투명 표면을 가지는 변형 가능한 시트(102)와 함께 시작하는 것이 더욱 바람직하다. 그러므로, 필러(filler)가 적용될 때, 반사 표면은 이미 본래 이 변형 가능한 시트(102)로부터 보호 코팅을 가진다.

유연한 시트(102)는 매우 좁은 첨점(尖點)화된 레지들(104)을 제외하고는 미러렛(mirrorlette) 형상 툴(108)의 어떠한 부분에도 접촉하지 않기 때문에, 미러렛(mirrorlette) 영역(area)의 대다수에 걸쳐있는 거친 표면들(rough surfaces)에 접촉하는 손실 효과는 회피된다. 효과적으로, 각각의 미러렛(100)의 넓은 대다수는 공간을 두고(in space) 형성된다.

셀 레지들(104)의 첨점(尖點, 122)은, 최종적 미러렛(100)의 바람직한 모양을 획득하기 위해 유연한 시트(102)와 유체적 힘(fluidic force)의 장치(112)의 특징에 따라서 선택되고 조절될 수 있다.

만일 우뚝하게 들어가 셀 내부(110)의 바닥이 바람직한 현수면(懸垂面)모양의 형상으로 미리 형상화되고, 그 후 유연한 시트(102)가 접촉하는 경우에는, 동일한 현수면(懸垂面)모양의 유연한 시트(102)의 이점은 첨점(尖點)화된 레지들(104)의 사이에서 부유(suspension)와 효과 면에서 유사한 그 바닥 위에 대부분의 유통불통한 부분(irregularities)들을 연결한(bridge) 것이다. 레지들(104)이 적절한 형상으로 뾰족해지는 한, 미러렛들(mirrorlettes)은 광학 피니쉬와 모양의 이론적 한계에 접근할 수 있다. 레지들(104)의 첨점(尖點, 122)은 바람직한 이득과 각 분산을 만들기 위해 필요한 어떠한 윤곽(contour)으로 잘려질 수 있다.

많은 양으로 입수 가능한, 비싸지 않은 필름들은 광학적으로 부드러운 표면 피니쉬와 두께와 기계적 특성에 있어서 정밀한 균일성을 가진다. 이러한 필름들과 시트들은 매년 수천만 평방 피트가 제조된다. 그들은 인공위성의 열조절, 그리고 단열(thermal insulation)에서의 이용을 위해 사용된다. 그러나, 스펙큘러적으로(specularly) 반사하는 필름 제품의 대다수는, 정확한 형상의 유지가 문제되지 않거나 또는 형상을 고정시키는 넓은 하부판(substrate)에 적용에 의해 제공되는(원도우

틴트(tint)의 경우에서와 같은), 식품 포장, 재료 랩핑, 풍선, 윈도우 틴트(tint), 오락용 디스플레이(eye pleasing displays) 그리고 다른 상업적 적용을 위한 것이다. 바람직한 실시예는 유연한 시트(102)를 위한 그러한 즉시 입수 가능한 필름을 이용한다.

추가적인 실시예들이 도 10A 내지 도 10D에서 보여 진다. 각각의 모양에서, 툴(108)을 통한 단면도가 유연한 시트(102)가 첨점(尖點)화된 레지들(104)에 접촉한 것으로 묘사되어 있다.

접착층(124)의 존재는, 툴(108)로부터 유연한 시트(102)가 분리되는 것 없이, 도 10B에 보이는 것처럼 볼록한 부분(convexities, 126)의 어레이를 창출하기 위해 유체 힘(fluid force)의 차이(differential)가 뒤바뀌는 것을 가능하게 한다. 이러한 볼록한 부분(126)들은 적용에 따라 고정되거나, 고정되지 않을 수 있다. 변형된 유연한 시트(102)는 도 6에서 보이는 것처럼, 미러렛들(100)을 제조하기 위한 어떠한 여러 개의 수단에 의해 고정될 수 있다. 그러한 수단들은 재료들로 주변 영역을 채우는 것을 포함하거나, 또는 화학적, 열적(thermal), 전기적, 광중합화(photo-polymerization), 또는 다른 수단들을 통하여 경화시키는 것을 포함한다. 만일 고정되지 않은 채로 남겨 진다면, 유체 힘(fluid force)은 시간에 따라 다양한 이득을 가지는 프로젝션-수신 표면을 제조하기 위해 시간 속에서 변화될 수 있다.

도면들에서 보이는 진공 힘(128)은 사실상 유연한 시트(102)의 양 면에서 내부 압력과 외부 압력 사이의 차이에서 기인한 네트(net) 압력(130)의 결과이다. 동일한 효과는 공기역학적 또는 수력학적 유체를 이용한 외부 압력(128)에서 증가에 의해 만들어 질 수 있다. 추가적으로, 고정된 미러렛(100) 어레이들의 제조 목적을 위해, 시트는, 핀치(pinch) 내에서 유체와 함께, 매칭 다이들(matching dyes) 사이에서 핀치될(pinched) 수 있으며 여전히 서브-파장 표면 피니쉬를 보유한다.

도 10C를 참조하면, 볼록한 부분들(126)과 오목한 부분들(118)의 혼합을 획득하기 위해서, 실시예들은 툴(108)의 다른 셀들에서 압력과 진공의 혼합을 섞을 수 있다. 진공(128)과 압력(130)의 레벨들은 또한 각각의 개별적 셀(106)에서 다른 레벨들로 만들어 질 수 있으며, 근접한 셀들(106)은 동일한 구조를 가질 필요는 없다. 이러한 구조상 차이는 명백하며 도 12A와 도 12B에서 또한 보여 진다. 이러한 진공 힘(128)과 압력(130)의 분배는 각각의 셀(106)에 다른 이득을 부여하며, 차단율(38)을 조절할 수 있는 혼합(blend)을 용이하게 한다. 더욱이, 도 10D는 첨점(尖點)화된 레지들(104) 사이의 공간화(spacing)가 균일할 필요가 없는 것을 보여준다. 셀들(106)의 형상은, 셀들(106)이 연속적이고 첨점(尖點)화된 레지들(104)이 얇게 유지될 수 있는 한, 모든 곳에서 동일할 필요는 없다. 도 12A와 도 12B는 연속적이고, 다양한 구조이면서 얇은 첨점(尖點)화된 레지들(104)을 가지는 셀들(106)을 도시한다. 몇몇 실시예에서, 셀들(106)은 동일한 영역과 정방형(square), 또는 동일한 영역과 장방형(rectangular), 또는 동일한 영역과 장방형과 정방형 사이에서 혼합된 것, 또는 다른 크기와 셀들의 연속성을 유지하는 형상일 수도 있다. 정방형들(도 11A, 도 11B), 장방형들, 삼각형들(도 11C, 도 11D), 그리고 육각형들(도 11E, 도 11F)은 그러한 대안적 형상들의 예들이다.; 그러나 다른 형상들은 또한 연속성을 따를 수 있으며, 본 발명의 이러한 대안적 실시예에 포함된다. 매칭(matching), 캐스팅(casting), 몰딩(molding), 또는 재료 형성 기술에서 다른 실시예는 이러한 추가적인 실시예를 위한 어떠한 연관된 툴들(tools)을 즉시 만들 수 있다.

본 발명의 결과로서, 그리고 코팅(116)의 견지에서, 프로젝션-수신 표면은 적외선 광 또는 자외선 광의 광폭 스펙트럼 분해된 영상들(wide spectrum resolved images)을 반사할 수 있다. 따라서, 프로젝터가 적외선 광 또는 자외선 광의 영상을 프로젝트하는 곳에서, 프로젝션-수신 표면은 그러한 반사된 영상이 분해된(resolved), 유용한 영상이 될 정도로 적외선 또는 자외선 영상을 반사할 것이다. 반대로, 만일 동일한 프로젝터가 부드러운 알루미늄 표면 위에 적외선 광 또는 자외선 광의 영상을 프로젝트할 것으로 예정된다면, 영상은 반사되지만, 분해되지는 않을 것이다.

도 14A와 14B에서 보이는 것처럼, 본 발명 위로 프로젝트된(projected) 영상들(154)은 프로젝터(152, 전방 프로젝션)로 써 동일한 측면으로부터, 프로젝터(152, 후방 프로젝션)의 반대 측면으로부터, 또는 양자의 조합으로부터 관람될 수 있다. 이는 본 발명의 요소로서 달성된다. 왜냐하면, 피니쉬를 제공하는 유연한 시트(102)는 어떤 선택된 반사 값의 리플렉터 재료(refractor material, 116)로 코팅될 수 있으며, 하부판(120)은 어떤 선택된 각도에 투명할 수 있기 때문이다. 그러므로, 본 발명은 다수의 미러렛들(mirrorlettes) 뿐만 아니라, 다수의 렌즈렛들(lenslets)을 만들 수 있다. 더욱이, 이러한 방법으로 셀(150)은 거울, 렌즈, 또는 동시적으로 렌즈와 거울일 수 있다.

본 발명의 또 다른 측면으로서, 만일 하부판 재료들(120)이 이용으로부터 제외된다면, 다양한 필드들(fields)의 관람은 달성될 수 있다. 이러한 실시예에서, 유연한 시트(102)는 균일한 어징 포스(urging force)의 양에 따라서 직접적으로 형상을 변화시킬 탄성 재료일 수 있다. 그러한 어징 포스가 증가되거나 감소되는 것에 따라, 각각의 셀에서 시트(102)의 곡률은 그에 따라서 변할 것이다. 이는 유연한 시트(102)가, 어징 포스를 변화시키는 것에 의해 이득이 일정하게 조절될 수 있는 프로젝션-수신 표면을 제조하기 위해, 툴(108)을 가로질러 위치하게 한다. 달리 말하면, 다양한 필드들의 관람은 달성될 수 있다.

다음의 프로젝션 표면과 함께, 다양한 수의 제품 적용이 가능하게 된다. 첫 번째 예로서, 만일 반투명 필름이 사용된다면 (적어도 부분적으로 광-투과성인 필름), 필름은 광이 대략 90%의 광을 허용하는 것에 의해 실내로 들어가는 것을 허용하는 윈도우로서 기능할 수 있으나, 10% 반사에서 여전히 높은 이득을 가진다. 그러한 적용은 프로젝션-수신 표면이 광을 통하여 하는 윈도우로서 작동하게 하지만, 또한 프로젝션 영상이 보이게 하면서, 높은 콘트라스트를 가진 프로젝션-수신 표면으로 영상의 프로젝션을 허용한다.

두 번째 예로서, 프로젝션 표면의 셀들은 기하학적으로 불완전한 에지들(edges)을 가진다. 그러나, 프로젝션-수신 표면의 전체 영역에 비교하여 무시할 수 있다. 각각의 셀은 대략 0.1 마이크로미터의 표면 피니쉬/거칠기 측정치(measurement)를 가지며, 셀 폭의 0.001 제곱평균(rms)의 표면 모양 측정치(surface figure measurement)를 가지기에, 관람 볼륨(콘 형상(cone-shaped)일 수 있는)은 반사의 법칙을 따라 창출된다. 관람 볼륨은 프로젝션-수신 표면 정밀도(precision)에 기인하여 정밀하기 때문에, 다중-영상 관람(multi-image viewing)은 가능하게 만들어 진다. 다중-영상 관람은 예를 들어 동일한 프로젝션-수신 표면 위에 세 개의 분리된 영화들의 관람을 허용한다. 세 개 영화 프로젝터들은 프로젝션-수신 표면 위에 다른 영화들을 분리되게 프로젝트할 수 있다. 분리된 영화를 관람자들에게 제공하면서, 관람자가 어느 곳에 위치하는 지에 따라, 프로젝션-수신 표면(프로젝션 스크린들을 포함하는)은 아웃도어 세팅으로 이용될 수도 있다. 직접적인 태양광과 같은 높은 배경 조명 하에서 작동하는 능력은 프로젝션-수신 표면의 반사 셀들에 높은 정도의 모양과 피니쉬를 유지하는 것에 달려 있다. 현수면(懸垂面)모양의 셀들의 제조에서, 필름이 부유된(suspended) 에지들(edges)의 영향은, 셀 벽들의 두께와 첨점(尖點)화된 형상들이 현수면(懸垂面)모양 프로필과 조화되는 정도를 포함한, 다양한 인자들(factors)에 달려 있다. 따라서, 셀 에지들(edges)에 의해 영향 받는 표면 영역과 셀들의 전체적인 표면 영역 사이에 작은 비율을 가지는 것은 장점이다. 그 비율이 더 작을 수록, 에지들(edges)은 밝은 배경 조명 하에서 특별하게 예리한(acute) 작은 영향을 위한 필요와 함께, 프로젝션-수신 표면 시스템 성능에 더 적은 영향을 미칠 것이다. 그것처럼, 첨점(尖點)화된 레지 두께는, 최적의 프로젝션-수신 표면을 획득하기 위해, 셀 패턴과 바람직한 분해능의 견지에서 선택될 수도 있다. 또한 미러렛 셀들의 영역과 에지들은 미리 결정된 프로필과 함께 일반적으로 일정한 곡률을 내에 있다. 본 발명은 1:100으로부터 그리고 더 양호한 범위에서 비율을 용이하게 한다. 바람직한 실시예에서, 유연한 변형 가능한 시트(102) 내에서 평방 피트당 셀들(106)은 576(24X24)과 90000(300X300) 사이에 있다.

세 번째 예로서, 본 발명의 프로젝션 표면은 편광(polarization)을 유지한다. 3차원 영화들이 현재 프로젝션-수신 표면 위에 보여지는 동안에, 착용자에게 적색/청색 편광 안경(한쪽 눈에는 수평 편광, 다른 한쪽 눈에는 수직 편광)을 제공하는 반면에, 그러한 안경 착용의 필요성은 본 발명에 의해 제거된다.

이러한 측면에서 추가적인 상세한 설명으로서, 편광된 광이 프로젝션-수신 표면으로부터 반사될 때, 광의 편광은 여러 개의 물리적 메카니즘들의 결과로서 고쳐질 수 있다. 이러한 것들에는 글래스 비드(glass beads)와 같은 상대적으로 부드러운 요소들에서의 굴절과, 그리고 피그먼트(pigments)로 이용되는 작은 입자들과 같은 거친 요소들로부터의 확산이 포함된다. 편광을 유지하기 위해서는, 모양들이 반사되는 광의 파장에 비교해서 크고, 디자인이 높은 이득을 위한 것이며, 그로 인해 표면 곡률을 적당한 각으로 제한하는 반사 미러렛(100) 형상들을 이용하는 것이 유리하다. 본 발명은 이러한 바람직한 파라미터들을 결합하고, 편광의 보존을 제공한다. 보존의 정도는 선형적으로 100% 편광된 광이 동일한 편광의 유지와 함께 프로젝션-수신 표면으로부터 반사될 정도로서 표현된다. 예를 들어, 수직 편광을 가지는 프로젝션 광은 프로젝션-수신 표면으로부터 마찬가지로 수직적으로 편광된 광의 단지 50%와 함께 되돌아올 수도 있으며, 나머지 50%의 투사광(incident light)은 수평 방위로 회전을 겪는다. 이는 50:50의 비율을 주며, 효과에 있어서 어떠한 편광의 유지도 없다. 본 발명과 연관된 것과 같은, 또 다른 프로젝션-수신 표면은, 수직적으로 100% 편광된 투사광(incident light)을 단지 1%만 수평적 편광으로 전환된 채 반사(되돌아)될 수도 있다. 이러한 경우에는, 편광 유지 비율은 99:1이 될 것이다.

낮은 편광유지 비율을 가진 프로젝션-수신 표면들은 3차원 극장과 디스플레이와 같은 다중 영상 적용을 위해 적합하지 않다. 종래 기술 스크린들과 함께, 영화관 또는 놀이공원 시설은 수용 가능한 3차원 관람을 거의 제공할 수 없다. 상세하게, 영상의 콘트라스트, 3차원 효과의 생생함, 그리고 관람자에 대한 스트레인(strain)의 레벨은 양호함으로부터 요원하고, 3 차원의 상업적 이용은 드물게 된다. 사실상, 프로젝션-수신 표면의 광대한 대다수의 편광 부적함(inadequacy)은 3차원 극장이 색-분리된(color-separated) 다중 영상의 열등한 기술을 필요하게 되었고, 이러한 기술은 수용될 수 없으며, 생리적인 긴장을 야기한다. 더 양호한 프로젝션-수신 표면들이 설치된 극장들 조차도 단지 4:1 미만의 편광 비율을 획득할 뿐이다. 본 발명은 100:1을 초과하는, 바람직하게 250:1의 비율과 함께, 만일 희망한다면 500:1에도 도달할 수 있는, 모두 프로젝트된(projected) 영상의 품질 크로마(chroma)를 떨어뜨리는 것 없이, 양호한 비율을 제공한다. 따라서, 프로젝션 수신 표면은 편광 또는 색채를 통하여 영상 분리를 위해 이용될 수 있다.

산업상 이용 가능성

앞서 검토에서, 본 발명의 여러 가지 이점들이 달성되고 얻어진다는 것이 보일 것이다. 첫 번째로, 미러렛(mirrorlette)이 오목하고 프로젝션-수신 표면 전방에 실초점을 형성하든지 또는 볼록하고 프로젝션-수신 표면 뒤에 허초점을 형성하든지 간에, 관찰자는 동일한 영상과 이득을 볼 것이다. 원하지 않는 광의 제거는 또한 미러렛이 오목이거나 볼록하거나 관계없이 동일할 것이다. 본 발명은 또한 만 분의 일보다 작은 스펙클(speckle) 계측을 제공한다.

두 번째로, 본 발명은 미러렛(mirrorlette) 셀들의 영역과 에지들(edges)이 조절가능한 프로필 내에서 일정한 곡률 내에 있는 어레이이다. 이는 글래어(glare)를 발생시키는 원하지 않는 집중 효과의 발생을 무효화 시키고 스펙클(speckle)을 방지하기 위한 통계적 집적을 위한 필요를 제거한다.

세 번째로, 본 발명은 각 분산 프로필들의 혼합을 발생시키기 위해 선택될 수 있는 미러렛(mirrorlette) 곡률들과 크기들을 혼합한다. 본 발명은 관람 볼륨 애지(edge)에서 99%의 각 차단율을 만들어 낸다.

네 번째로, 본 발명은, 청중과 광학적 환경을 위해 필요하다면, 1% 미만에서 99%까지 각 차단율을 조절할 수 있다. 99%의 차단율은 프로젝션-수신 표면의 법선에 관련된 관람 각 내에서 변화에 따라 분리될 동일한 프로젝션-수신 표면 위에 다중 영상을 위해 가치가 있다. 10%의 비율, 또는 그 이상은 의미 있는 파워 이득을 획득하기 위해 필요하다. 본 발명은 수평과 수직 각 차단율을 분리되게 조절할 수 있으며, 10%에서 99% 사이의 각 차단율에 조절할 수 있다.

다섯 번째로, 본 발명은 미러렛(mirrorlette)의 서브-파장 피니쉬가, 곡선(18) 또는 그보다 더 양호한, 모든 곳에서 매우 높은 광학 품질을 가지는 제조 방법을 제공하며, 그러므로 미러렛 영역은 스펙큘러(specular) 반사에 의해 정의되는 것이 아닌 다른 어떠한 각으로 가장 강한 광조차도 산란시키지 않는다. 따라서, 프로젝션-수신 표면 설계자는, 원하지 않는 환경적 광이 관람자 볼륨으로부터 빛겨나가게 하기 위하여, 셀 모양(figure), 프로젝션-수신 표면 방위(orientation), 프로젝터 포지션(position), 그리고 관람자 위치를 교환할 수 있다. 바람직한 실시예에서, 직접 태양광 조차도, 직접 태양광 내에서 작동을 위해 조절될 때, 스테라디안 당(per steradian) 0.001 보다 작은 인-뷰어-볼륨(in-viewer-volume) 산란 비율을 위해, 영상의 어두운 영역을 제압하지 않으면서 프로젝션-수신 표면 위로 떨어질 수 있다.

간접 태양광(주광)에서 이용을 위해, 본 발명은 스테라디안 당(per steradian) 0.01보다 작은 인-뷰어-볼륨(in-viewer-volume) 산란 비율을 달성할 수 있다. 실내 광에서 이용을 위해, 본 발명은 스테라디안 당(per steradian) 0.05보다 작은 인-

뷰어-볼륨(in-viewer-volume) 산란 비율을 달성할 수 있다.

여섯 번째로, 본 발명은 콘트라스트를 보존하기 위해서 뿐만 아니라, 그레이 스케일(gray-scale) 선형성을 보존하기 위해서 비-관람자(non-viewer) 위치(locations)에 환경적 광의 스펙큘러 변위(specular displacement)를 달성한다. 직접 태양광에서 0.5 보다 큰 그레이 스케일 선형성 계측, 간접 태양광 하에서 0.75 보다 큰 선형성 계측, 은은한 실내광 조건에서 0.9 보다 큰 계측, 그리고 어두운 극장에서 0.98 보다 큰 계측은 본 발명에 의해 달성된다.

일곱 번째로, 본 발명은 개별적 미러렛(mirrorlette) 형상을 조절하는 방법을 제공하며, 이는 분산이 프로젝션-수신 표면 위에 다른 위치에서 다르게 만들어지는 것을 허락하고, 그에 의해 만일 필요하다면 선명도의 균형을 맞추는 수단을 제공한다.; 비록 프로젝션-수신 표면을 가로지르는 미러렛(mirrorlette) 모양의 균일성이 이미 균일할 것이며 조정(adjustment)은 보통 필요하지 않을 것이지만 말이다. 그러나, 모든 매우 높은 이득 프로젝션 프로젝션-수신 표면들에서, 수용부(accommodation)는 기하학적으로 만들어져야만 한다. 본 발명에 의해, 균일성은 사실적으로 선택될 수 있다. 균일성의 정량화(quantification)에 적절한 계측은, 프로젝터에 의한 완전하게 균일한 조명과 연관된 프로젝션-수신 표면의 선명도 재생의 제곱평균(rms) 변수(variation)이다. 계측을 위한 제곱평균 값은 다양한 샘플링 비율들에서 결정되어야만 하며, 절대 제곱평균(absolute rms)의 유닛-레스(unit-less) 비율로서 결정되어야만 한다. 앞서 언급된 것처럼, 본 발명은 셀 폭의 0.001 제곱평균의 값을 달성한다.

여덟 번째로, 본 발명은 색조와 색포화도에 있어서, 영상 색의 변동을 방지하기 위하여 강한 환경광의 스펙큘러(specular) 제거를 사용한다. 본 발명은 10% 미만에서 포화도 저하를 겪으며, 어두운 환경을 위한 색상환에서 5도 그리고 백색-광(white-lighted) 실내를 위한 색상환에서 15도 이내에서 색조의 재생을 달성할 수 있다. 추가적으로, 본 발명은 직접적으로 25% 이내에 오프-액시스 태양광에서, 그리고 2% 이내에 어두운 실내광에서 색포화도를 유지한다.

아홉 번째로, 본 발명은, 어두운 실내에서 제로(zero) 공간 주파수로부터 원-인버스(one-inverse) 프로젝션 수신 표면 셀의 공간주파수까지 영상 공간을 통하여 0.05 내에서 평탄하고, 조명된 실내에서 0.15에서 평탄한, 표준 모듈레이션 트랜스퍼 기능(averaged modulation transfer function)을 달성한다.

열 번째로, 본 발명은 모아레 패턴의 발생을 회피하기 위하여 충분히 가깝게 이격된 미러렛들(mirrorlettes)의 어레이를 만들어 낸다.

열한 번째로, 본 발명은 교차-편광된 프로젝터와 관람자 필터 사이에 분리를 제공하며, 교차-편광된 프로젝터와 관람자 필터들의 분리(isolation)는 500:1 보다 더 클 수 있다. 편광된 상태로 남는 광의 비율로서, 어떤 방향 내에서 더 이상 편광되지 않은 광에 대한 것이다.

열두 번째로, 본 발명은 미러렛(mirrorlette) 크기가 회절 없이 보다 긴 파장들을 수용하도록 세팅될 수 있는 광대역 스펙트럼 반사 프로젝션-수신 표면을 제공한다. 본 발명의 프로젝션-수신 표면은 자외선의 짧은 파장을 뿐만 아니라 원 적외선(far infrared)의 긴 파장들로 이용될 수 있다. 알루미늄은 미러렛들의 표면화를 위해 본 발명에 이용 가능한 광대역 코팅(coatings)중의 하나이다. 그러한 코팅은 0.3 마이크로미터 파장 위의 전체 전자기 스펙트럼을 통한 반사를 지원한다.

프로젝션-수신 표면은 벽, 천장, 바닥, 자동차 바디(bodies), 빌보드(billboards), 스코어보드(scoreboards), 텔레비전 스크린, 기타 등을 포함하는 다양한 환경에서 이용될 수 있다.

실시예들은 본 발명의 원리들과 실제 적용을 가장 잘 설명하기 위하여 선택되고 기술되었다. 그에 의해 당해 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자들이 최적으로 다양한 실시예 내에서 특별한 계획된 이용에 적합한 다양한 변형과 함께 본 발명을 이용할 수 있다.

본 발명의 범주로부터 벗어나지 않으면서 여기에서 기술되고 도시된 구조들과 방법들 내에서 다양한 변형이 만들어 질 수 있기 때문에, 앞서의 기술에 포함되거나 첨부된 도면 내에서 보여 진 모든 사항은 제한이 아닌 예시로서 해석되어야 한다는 것이 의도된다. 그래서, 본 발명의 범주는 상기된 실시예들의 어떠한 것에 의해서도 제한되어서는 안되며, 여기에 첨부된 다음의 청구항들과 그들과 동일한 것들에 따라서만 정의 되어야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

복수의 현수면(懸垂面)모양(catenoid-like)의 미러렛들(mirrorlettes)로 형성된 단일한 시트(sheet)를 포함하는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 2.

복수의 현수면(懸垂面)모양(catenoid-like)의 미러렛들(mirrorlettes)로 형성되고, 제 1 면과 제 2 면을 가지는 단일한 시트(sheet)와;

상기 단일한 시트의 상기 제 1 면과 제 2 면 중의 어느 하나에 접착된 고체 필러(solid filler);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 3.

치수(dimension)에 있어서 선택적으로 변화가능한 복수의 첨점(尖點)화된 래지들(cusped ledges)을 공간적으로 이격되게 툴(tool)에 제공하는 단계;

유연하고(pliable), 변형가능한(deformable) 시트를 상기 첨점(尖點)화된 레지들에 접착하는 단계;

상기 시트를 상기 첨점(尖點)화된 레지들 사이의 공간에서 변형시키기 위하여 상기 유연하고, 변형가능한 시트에 힘(force)을 적용하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 스크린 제조 방법.

청구항 4.

제3항에 있어서,

고체필러(solid filler)를 상기 유연하고, 변형가능한 시트에 붓는(pouring) 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스크린 제조 방법.

청구항 5.

제3항에 있어서,

상기 첨점(尖點)화된 레지에 접착제(bonding adhesive)를 적용하는 단계; 및,

상기 유연하고, 변형가능한 시트를 상기 접착제 위에 배치하는(disposing) 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 스크린 제조 방법.

청구항 6.

제3항에 있어서,

상기 힘을 적용하는 단계는 변화가능한 힘들(variable forces)을 적용하는 것을 포함할 수 있으며,

상기 힘은 공기역학적(pneumatic) 및 수력학적(hydraulic) 유체들 중에서 어느 하나의 이용을 통하여 적용될 수 있는 것을 특징으로 하는 스크린 제조 방법.

청구항 7.

제3항에 있어서, 상기 첨점(尖點)화된 레지들은,

정방형(square), 장방형(rectangle), 삼각형(triangle), 육각형(hexagon), 오각형(pentagons), 원형(circles), 타원형(ellipses), 및 구분 셀들(dividing cells) 중 어느 하나로부터 선택된 경계(perimeter) 형상을 정의할 수 있는 것을 특징으로 하는 스크린 제조 방법.

청구항 8.

인접하는 셀들의 시리즈(series)를 위한 셀 패턴(pattern)을 선택하는 단계;

각각의 셀에 해당하는 셀 압력을 선택하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면 설계 방법.

청구항 9.

제8항에 있어서,

각각의 셀에 해당하는 첨점(尖點)화된 레지 두께(thickness)를 선택하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면 설계 방법.

청구항 10.

100:1 보다 큰 편광 비율(polarization ratio)을 야기하는(resulting in) 복수의 미러렛들(mirrorlettes)을 가지는 프로젝션-수신 표면.

청구항 11.

250:1 보다 큰 편광 비율(polarization ratio)을 야기하는(resulting in) 복수의 미러렛들(mirrorlettes)을 가지는 프로젝션-수신 표면.

청구항 12.

500:1 보다 큰 편광 비율(polarization ratio)을 야기하는(resulting in) 복수의 미러렛들(mirrorlettes)을 가지는 프로젝션-수신 표면.

청구항 13.

평방 피트당(per square foot) 적어도 90,000개의 셀들을 가지는 프로젝션-수신 표면.

청구항 14.

평방 피트당(per square foot) 적어도 576개의 셀들을 가지는 프로젝션-수신 표면.

청구항 15.

복수의 셀들을 가지는 툴(tool)에 있어서,

상기 셀은 각각 폭(width)과 에지(edge) 두께를 가지고,

상기 에지 두께는 상기 셀 폭의 0.01 내지 0.001 사이 보다 적은 것을 특징으로 하는 툴(tool).

청구항 16.

미러렛(mirrorlette) 셀들의 어레이(array)를 포함하는 프로젝션-수신 표면에 있어서,

상기 미러렛 셀들의 영역(area)과 에지들(edges)은 소정(predetermined)의 프로필(profile) 내에서 일정한 곡률 안에 있는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 17.

관람 볼륨 에지(viewing volume edge)에서 각도 당(per degree) 99%의 각 차단율(angular cut-off rate)을 가지는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 18.

관람 볼륨 에지(viewing volume edge)에서 각도 당(per degree) 10% 내지 99% 사이의 각 차단율(angular cut-off rate)을 가지는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 19.

스테라디안 당(per steradian) 0.05 내지 0.01 사이의 영역에서 인-뷰어-볼륨(in-viewer-volume) 산란 비율을 가지는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 20.

직접 태양광 내에서 0.5 보다 큰 그레이-스케일 선형성 계측(gray-scale linearity metric)을 가지는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 21.

간접 태양광 내에서 0.75 보다 큰 그레이-스케일 선형성 계측(gray-scale linearity metric)을 가지는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 22.

온온한(subdued) 실내 광 내에서 0.9 보다 큰 그레이-스케일 선형성 계측(gray-scale linearity metric)을 가지는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 23.

어두운 극장 내에서 0.98 보다 큰 그레이-스케일 선형성 계측(gray-scale linearity metric)을 가지는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 24.

어두워진 환경 내에서 10% 미만의 포화도 저하(desaturation)를 가지는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 25.

직접적(direct)이고, 오프-액시스(off-axis) 태양광 내에서 25% 이내로 색 포화도(color saturation)를 유지하고, 어두운 실내에서 2% 이내로 색 포화도를 유지하는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 26.

어두운 실내에서 제로(zero) 공간 주파수로부터 원-인버스(one-inverse) 스크린 셀의 공간주파수까지 영상 공간을 통하여 상대적으로 0.05 내에서 평탄하고, 조명된 실내에서 0.15에서 평탄한, 표준 모듈레이션 트랜스퍼 기능(averaged modulation transfer function)을 달성하는 것을 특징으로 하는 프로젝션-수신 표면.

청구항 27.

잠재적으로(potentially) 변화가능한 범위의 시각(view)을 가지는 표면에 있어서,

변형가능한 시트;

상기 변형가능한 시트에 접촉하는 툴(tool);

상기 시트를 상기 툴에 대하여 변형하기 위해 상기 변형가능한 시트와 소통하는(in communication with) 어징 포스(urging force);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 표면.

청구항 28.

광-스펙트럼(wide-spectrum) 프로젝션 수신 표면에 있어서,

10% 보다 큰 각 차단율(angular cut-off rate)을 달성하기 위해 복수의 현수면(懸垂面, catenoid) 미러렛들(mirrorlettes)로 형성되고, 제 1 면과 제 2 면을 가지는 단일한 시트(sheet);

상기 제 1 면과 상기 제 2 면의 어느 하나 위에 형성된 코팅(coating);을 포함하며,

상기 표면은 적외선(irfrared)과 자외선(ultraviolet) 광(light) 영상을 반사하는 것을 특징으로 하는 광-스펙트럼(wide-spectrum) 프로젝션 수신 표면.

청구항 29.

프로젝션 수신 표면으로서,

10% 보다 큰 각 차단율(angular cut-off rate)을 달성하기 위해 복수의 현수면(懸垂面, catenoid) 미러렛들(mirrorlettes)로 형성되고, 제 1 면과 제 2 면을 가지는 단일한 시트(sheet);

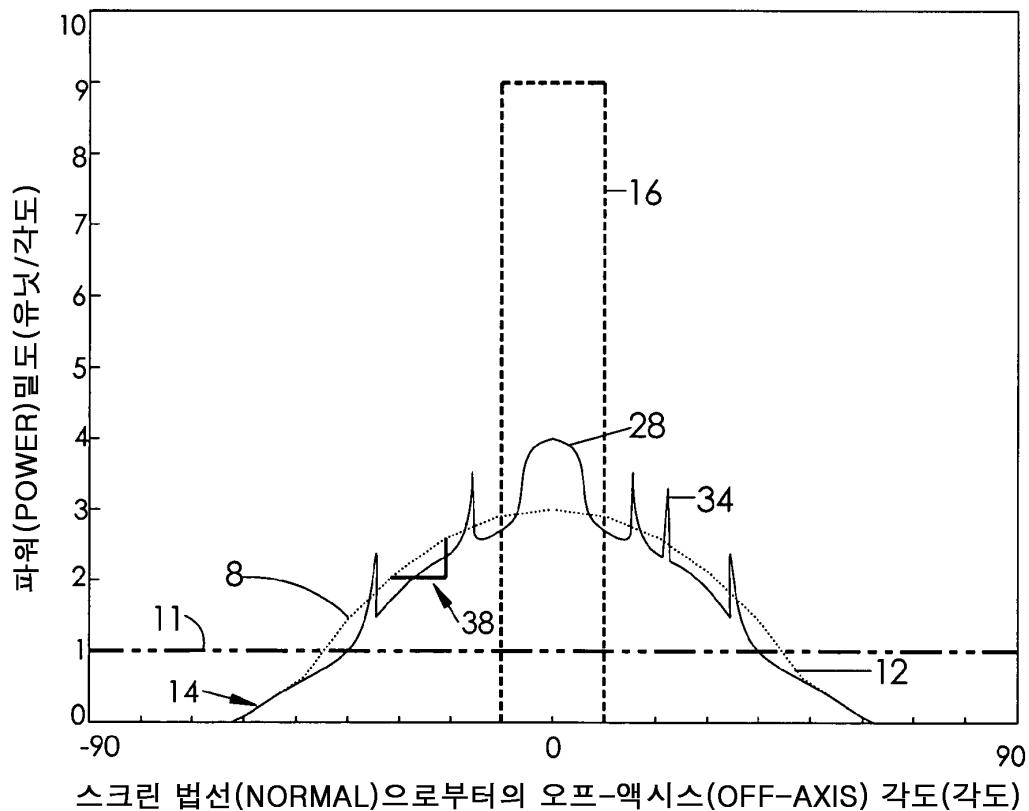
상기 제 1 면과 상기 제 2 면의 어느 하나 위에 형성된 코팅(coating);

을 포함하며,

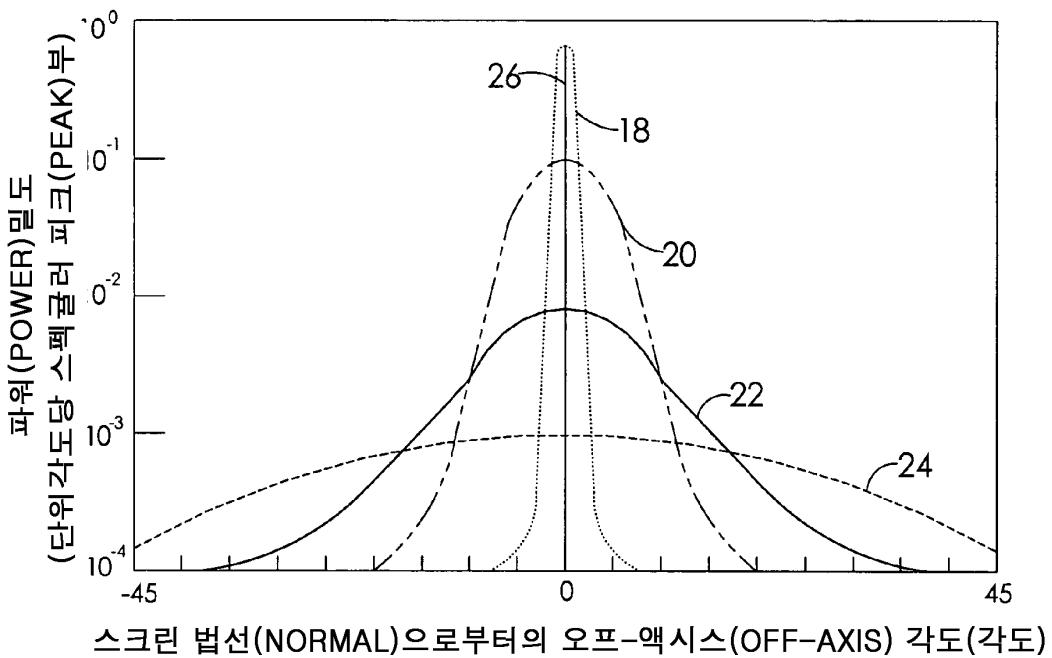
상기 표면은 다른 시각 범위들(fields)에 동일한 스팟(spot) 위로 프로젝트된(projected) 다중 영상들을 반사할 수 있는 것을 특징으로 하는 프로젝션 수신 표면.

도면

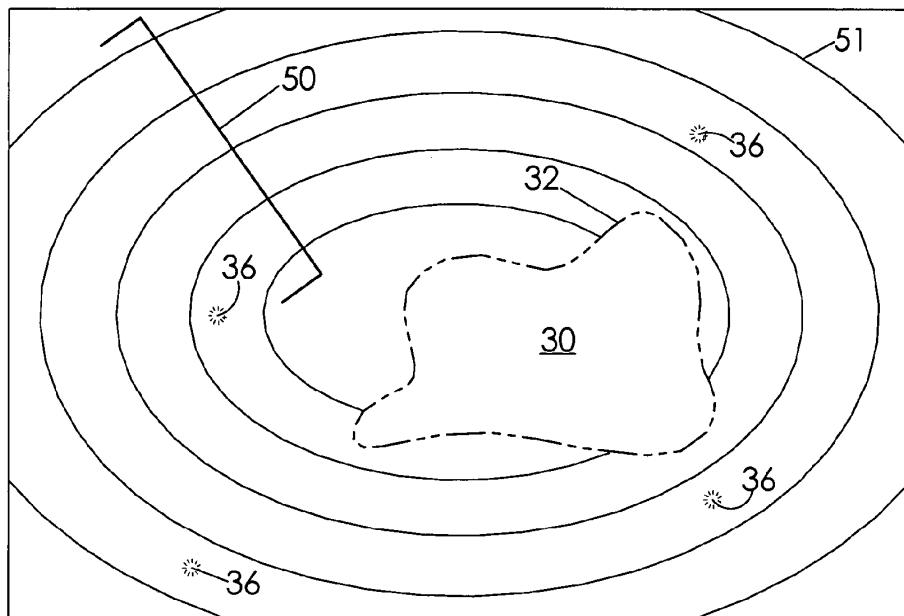
도면1



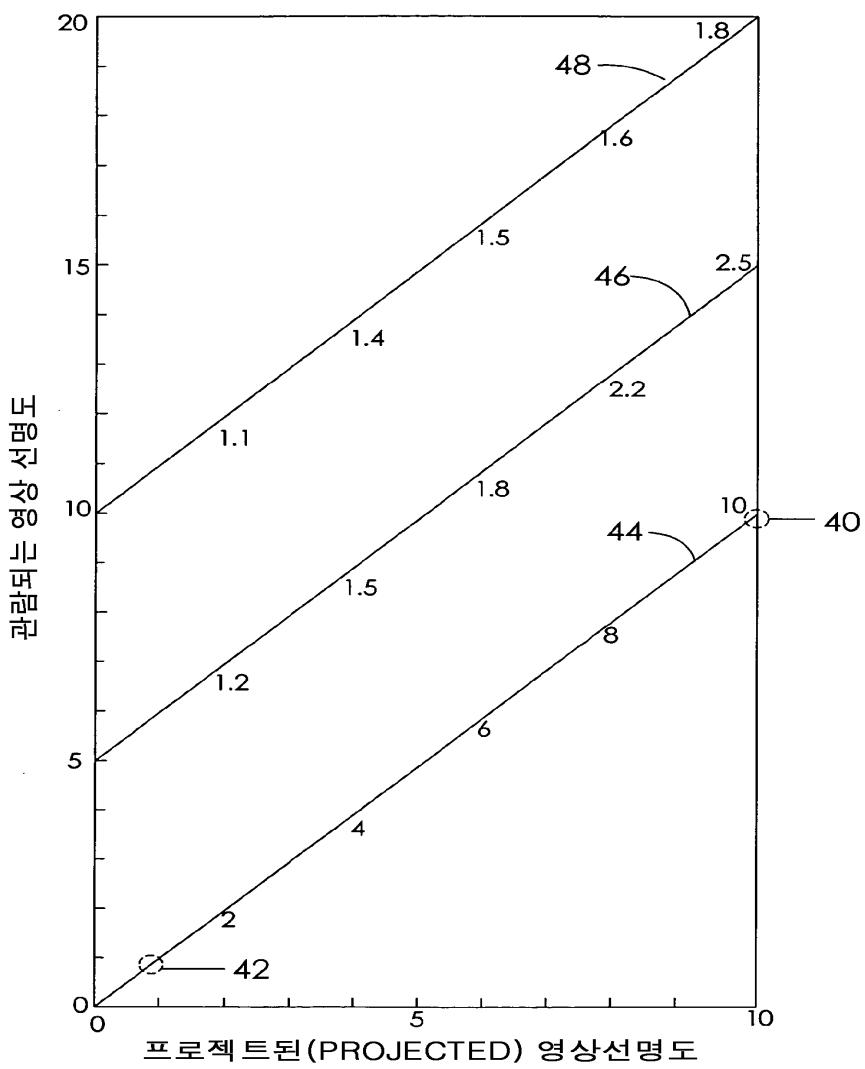
도면2



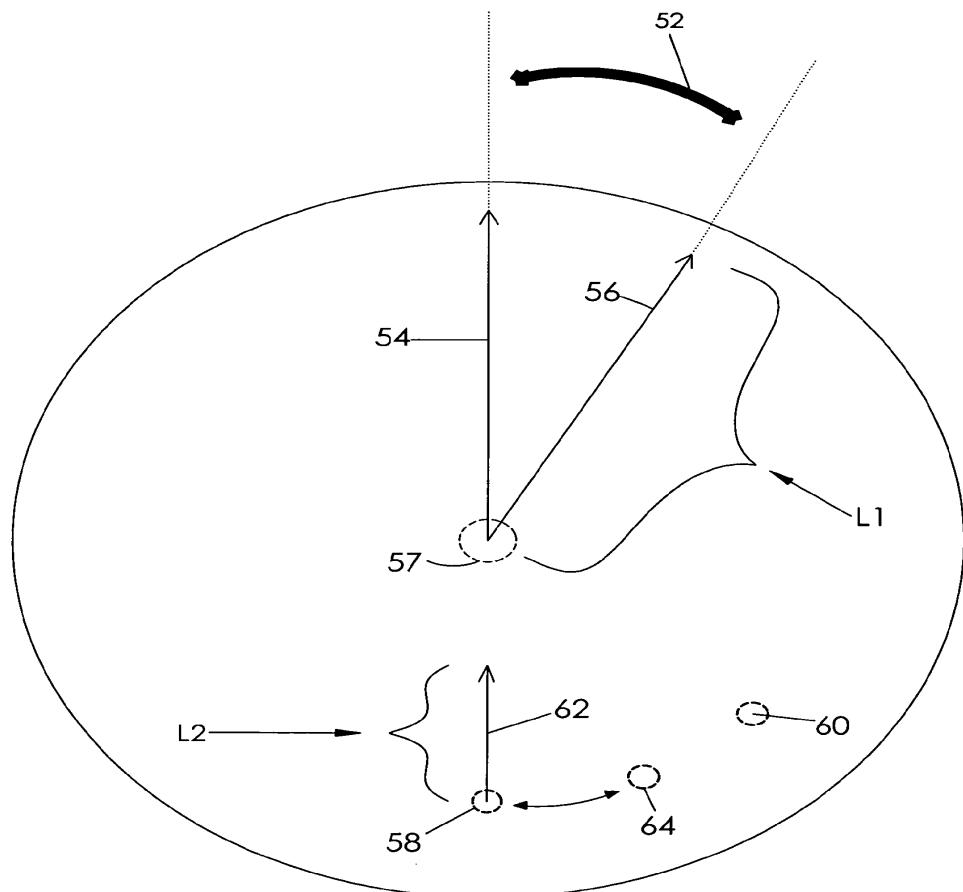
도면3



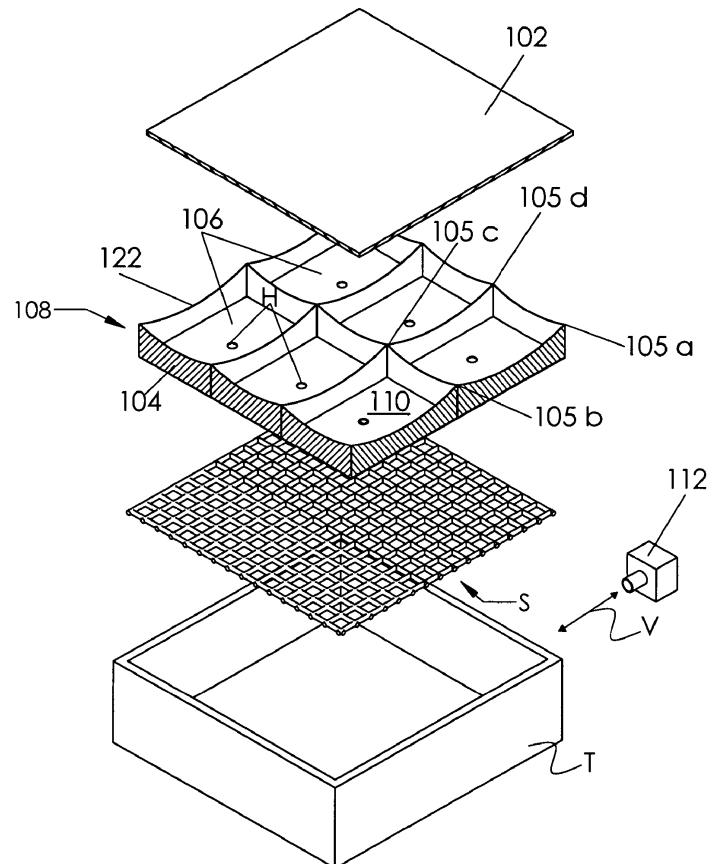
도면4



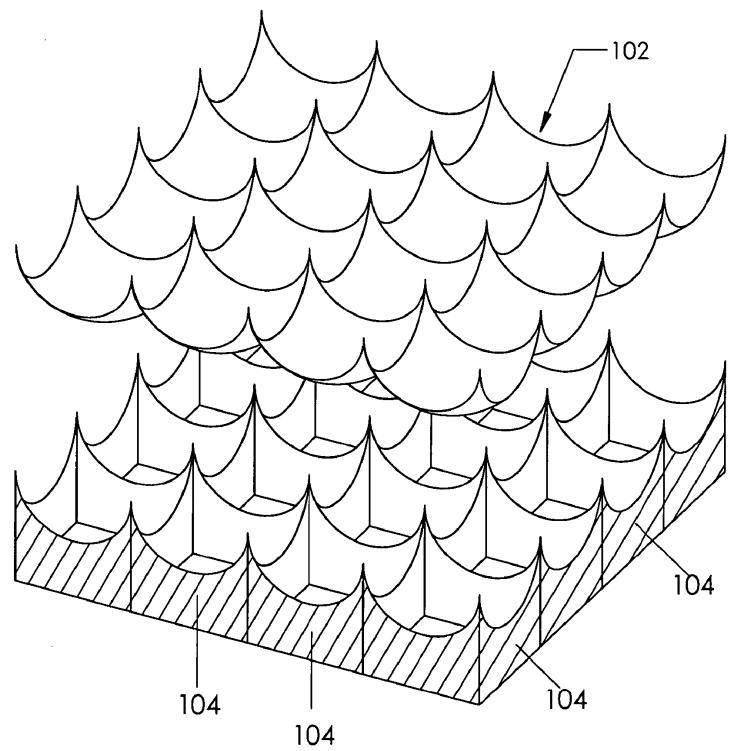
도면5



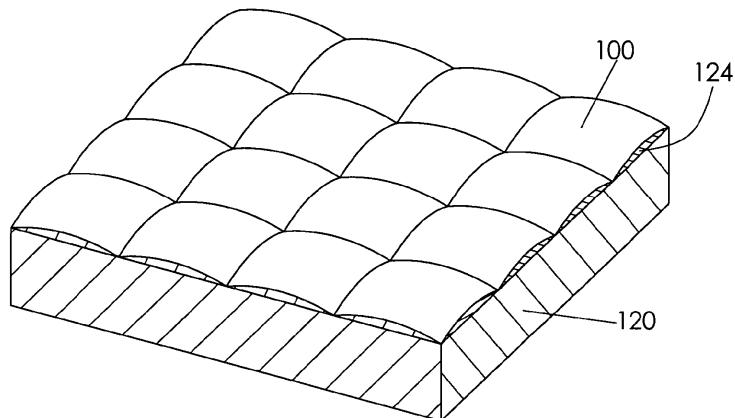
도면6



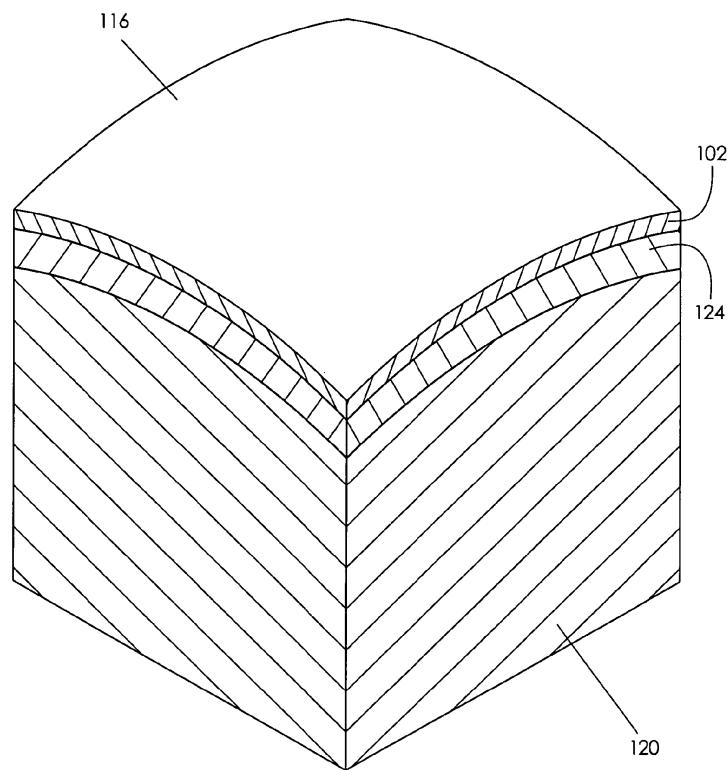
도면7



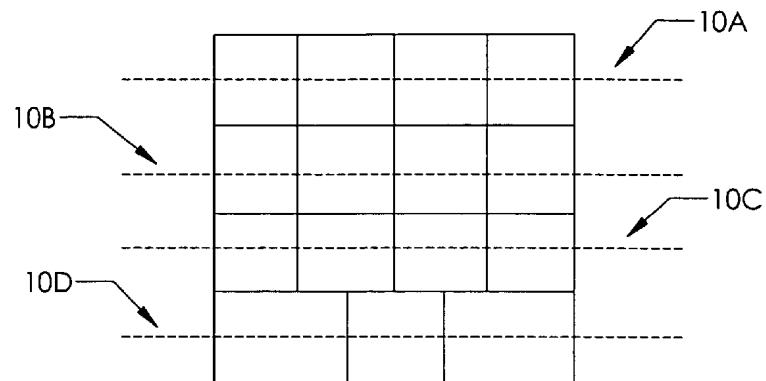
도면8



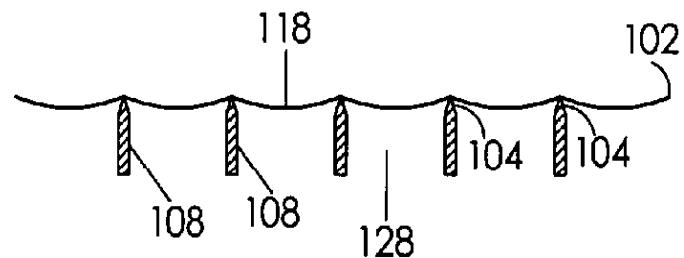
도면9



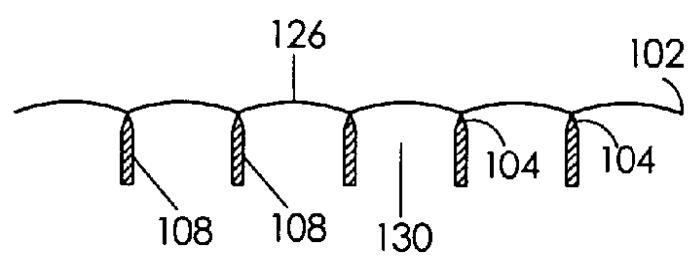
도면10



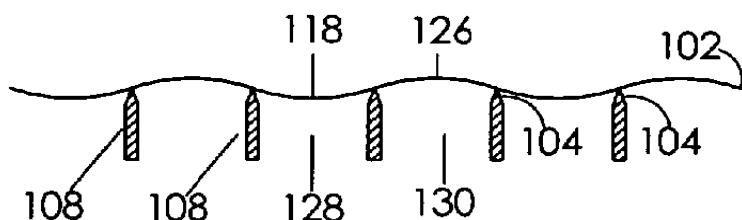
도면10A



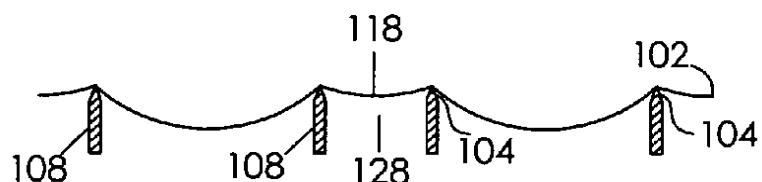
도면10B



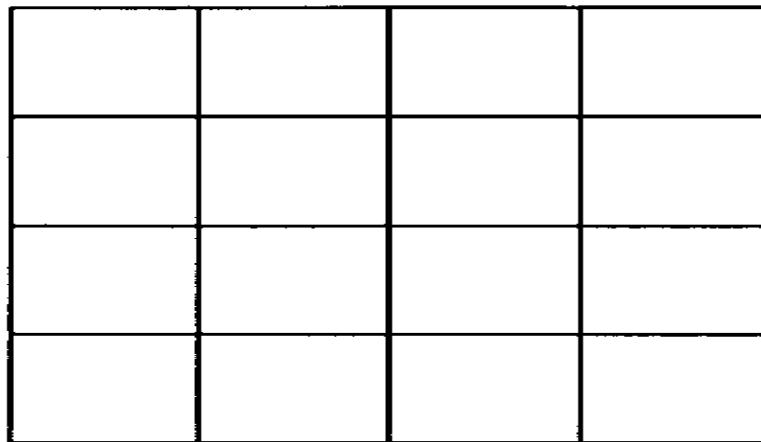
도면10C



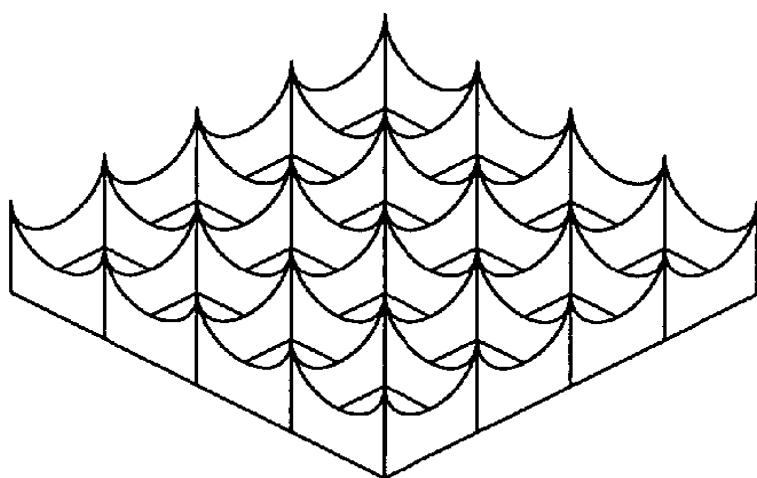
도면10D



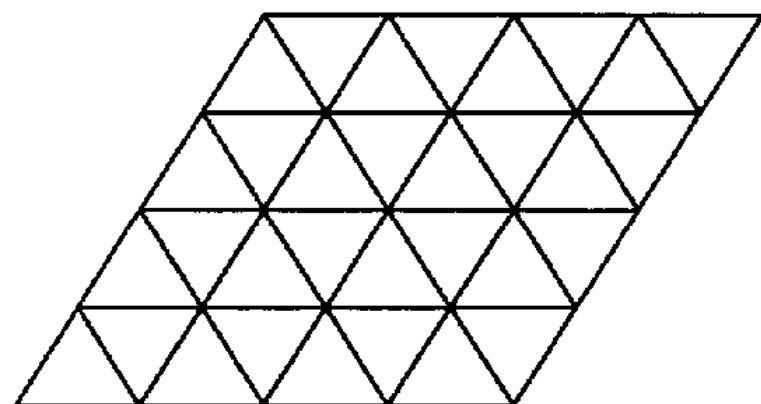
도면11A



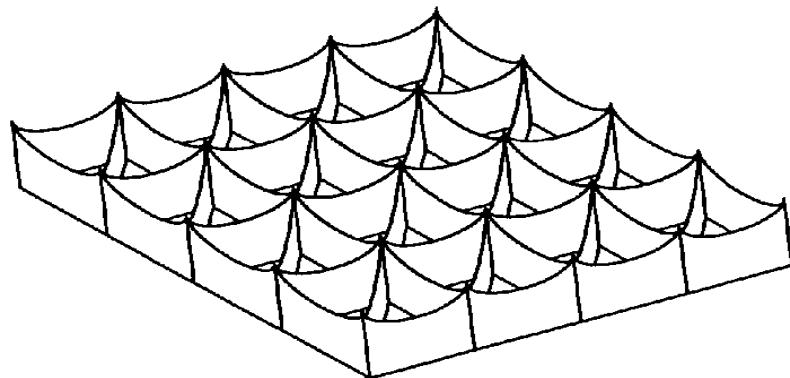
도면11B



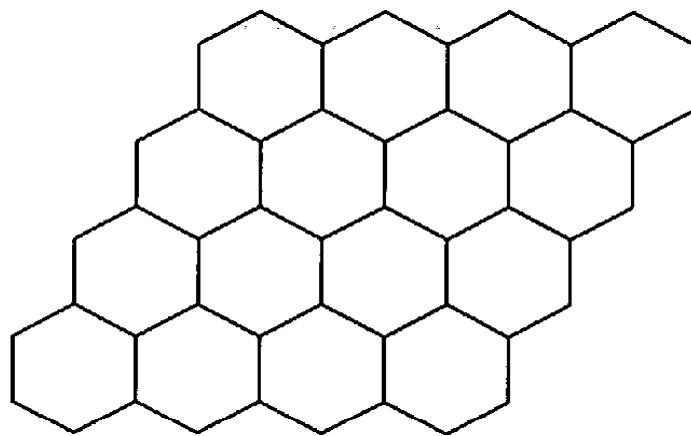
도면11C



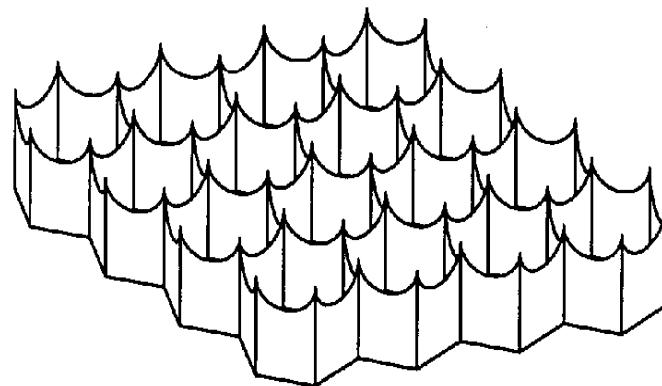
도면11D



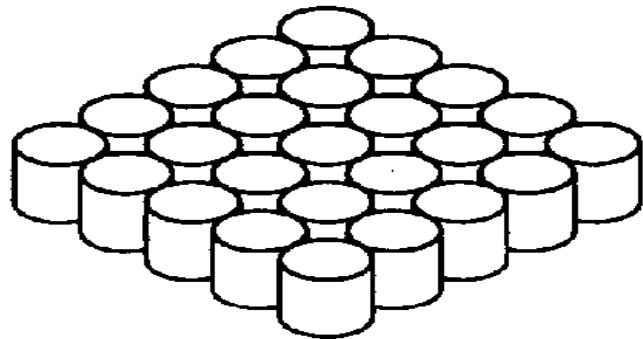
도면11E



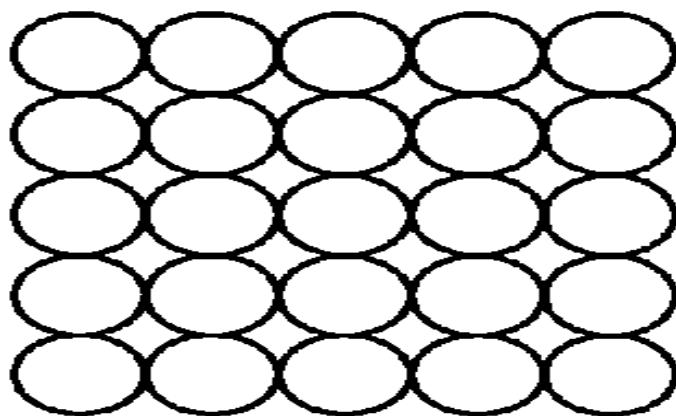
도면11F



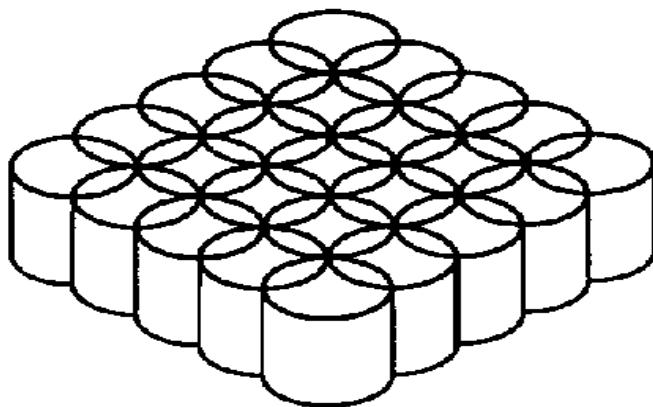
도면12A



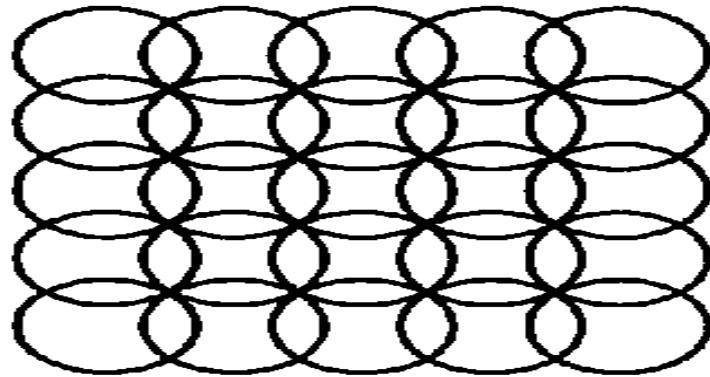
도면12B



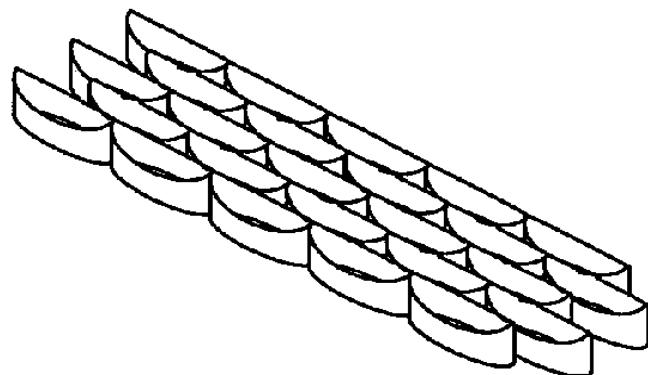
도면12C



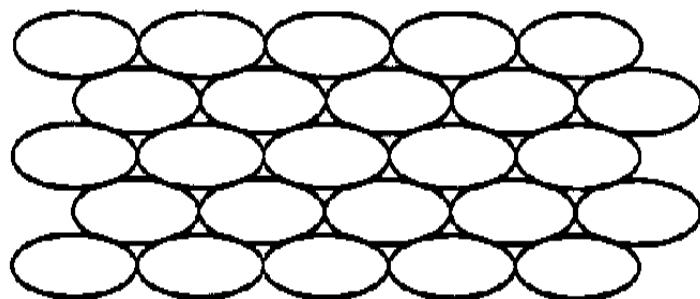
도면12D



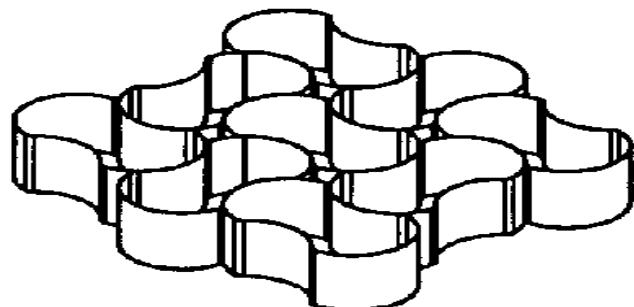
도면12E



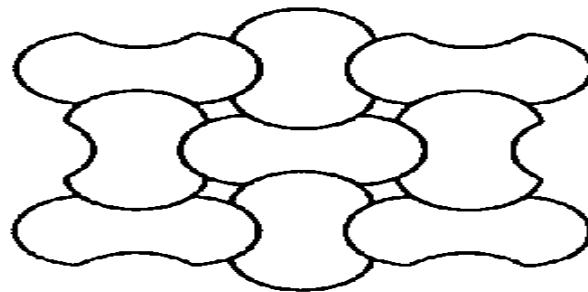
도면12F



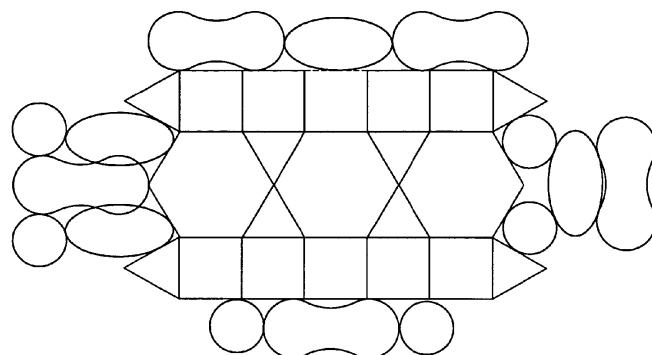
도면12G



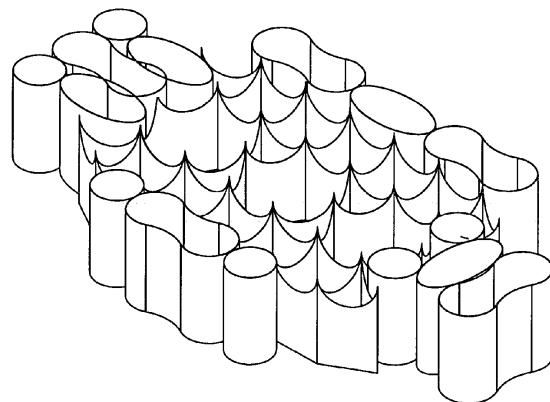
도면12H



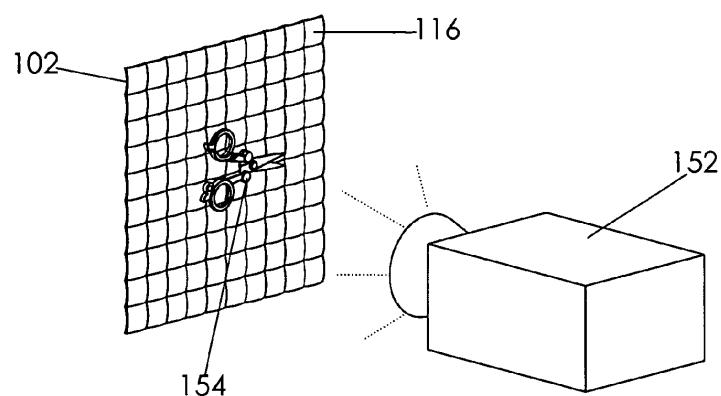
도면13A



도면13B



도면14A



도면14B

