



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0106457
(43) 공개일자 2008년12월05일

(51) Int. Cl.

HO4N 1/405 (2006.01) *HO4N 9/67* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7023757

(22) 출원일자 2008년09월29일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년09월29일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/007151

국제출원일자 2007년03월22일

(87) 국제공개번호 WO 2007/120433

국제공개일자 2007년10월25일

(30) 우선권주장

11/394,490 2006년03월31일 미국(US)

(71) 출원인

이스트맨 코닥 캄파니

미합중국 뉴욕 로체스터 스트리트 343

(72) 발명자

타이 화이-추

미국 뉴욕주 14625 로체스터 첸세리 레인 7

쿠오 청-후이

미국 뉴욕주 14450 페어포트 캡티바 크로싱 38

구세브 드미트리 아나톨리에비치

미국 뉴욕주 14450 페어포트 서니브룩 레인 6

(74) 대리인

김창세, 김원준

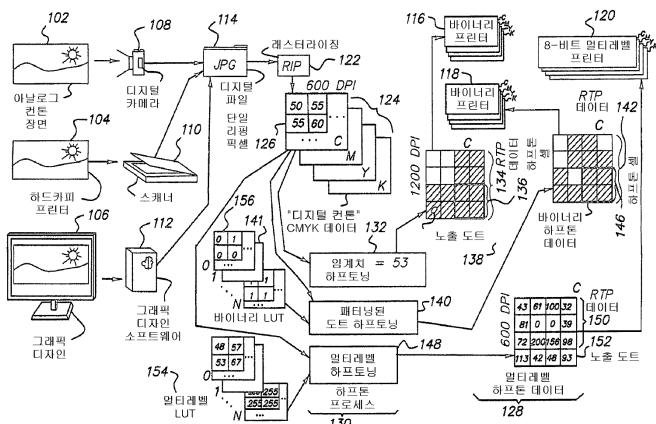
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법

(57) 요 약

멀티레벨 프린팅에 적합한 3차원 하프톤 스크린이 제공된다. 3차원 하프톤 스크린은 입력 리핑 픽셀의 하나 이상의 입력 강도 레벨에 대응하는 다수의 플레인을 포함한다. 플레인들 내에는 스크린 도트가 존재하며, 각각의 스크린 도트는 입력 리핑 픽셀에 대응하는 노출 도트의 강도를 나타내는 하나 이상의 출력 노출 강도 값과 관련된다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

적어도 부분적으로 하나 이상의 컴퓨터에 의해 수행될 때 멀티레벨 하프톤 스크린을 생성하는 방법으로서,
타일 정의를 기술하는 타일 정의 데이터를 수신하는 단계와,
다수의 스크린 도트 핵을 갖는 타일을 적어도 상기 타일 정의 데이터에 기반하여 생성하는 단계와,
상기 타일 내의 다수의 스크린 도트 핵의 위치를 개선시키는 단계와,
상기 하프톤 스크린의 다수의 연속 플레이인들의 각각 내의 스크린 도트 핵 주위의 주변 영역을 성장시키는 단계
를 포함하는
멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 타일 정의는 타일 형태, 타일 각도, 스크린 도트 핵 주파수 및 타일 사이즈를 포함하는 멀티레벨 하프톤
스크린 생성 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 플레이인들은 상기 타일 형태 및 타일 사이즈와 일관성있는 형태 및 사이즈를 갖는 멀티레벨 하프톤 스크린
생성 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 성장 단계 이후에,

상기 다수의 연속 플레이인을 제로 각도로 회전시키는 단계와,

상기 다수의 플레이인의 사본을 생성하는 단계와,

상기 다수의 플레이인의 사본을 나란히(side-by-side) 논리적으로 통합하여 하프토닝 처리될 이미지를 커버하는
단계를 더 포함하는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 타일 정의 데이터는 사용자에 의해 제공되는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 타일 정의 데이터는 컴퓨터 액세스 가능한 프로세스에 의해 제공되는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 생성 단계는 통계적 배열의 스크린 도트 핵을 갖는 타일을 생성하는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 생성 단계는 규칙적 배열의 스크린 도트 핵을 갖는 타일을 생성하는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 9

제 2 항에 있어서,

상기 개선 단계는 스크린 도트 핵 주파수를 중심으로 또는 실질적으로 중심으로 하여 주파수 분포를 나타내도록 스크린 도트 핵을 재분포시키는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 개선 단계는 스크린 도트 핵 위치들을 개선할 때 스크린 도트 핵 간의 거리에 대해 설명하는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 개선 단계는 스크린 도트 핵 위치를 개선할 때 스크린 도트 핵 간의 타일 단면 거리에 대해 설명하는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 개선 단계는 스크린 도트 핵 위치를 개선하는 것을 용이하게 하도록 보로노이 또는 보로노이형 알고리즘을 사용하는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 스크린 도트 핵은 상기 하프톤 스크린의 다수의 연속 플레이인들 각각 내의 고정되거나 실질적으로 고정된 위치에서 유지되는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 성장 단계는 인접 스크린 도트의 거리에 비례하는 속도로 스크린 도트 주변 영역을 성장시키는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 성장 단계는 주변 영역들이 다수의 인접 스크린 도트 핵의 각각과 동시에 또는 거의 동시에 접촉하도록 스크린 도트 주변 영역을 성장시키는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 스크린 도트 핵은 멀티레벨 프린터의 노출 강도와 관련되며, 상기 스크린 도트 주변 영역은 멀티레벨 프린터의 하나 이상의 노출 강도와 관련되며,

상기 방법은,

고해상도에서의 성장 단계에 의해 생성된 다수의 플레이인을 디지털화하여, 상기 스크린 도트 핵 및 스크린 도트 주변 영역에 의해 표현되는 디지털화된 노출 강도를 발생시키는 단계와,

디지털화된 스크린 도트 핵과 관련된 상기 디지털화된 노출 강도를 평균화하는 단계를 더 포함하는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 평균화 단계는 대형 가우션 필터(large Gaussian filter)에 의해 수행되는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 대형 가우션 필터는 11×11 필터인 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

제 2 타일 정의를 기술하는 제 2 타일 정의 데이터를 결정하는 단계와,

제 2 스크린 도트 핵들을 갖는 제 2 타일을 적어도 상기 제 2 타일 정의 데이터에 기반하여 생성하는 단계와,

상기 제 2 타일 내의 상기 제 2 스크린 도트 핵들의 위치를 개선하는 단계와,

상기 하프톤 스크린의 제 2 연속 플레이인들의 각각 내의 제 2 스크린 도트 핵들의 각각의 주위의 제 2 주변 영역을 성장시키는 단계와,

상기 하프톤 스크린의 상기 제 2 연속 플레이인들과 다수의 연속 플레이인들을 다른 플레이인의 상부 상에 하나로 논리적으로 통합하는 단계를 더 포함하는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 제 2 타일 정의는 제 2 타일 형태, 제 2 타일 각도, 제 2 스크린 도트 핵 주파수 및 제 2 타일 사이즈를 포함하는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 제 2 타일 형태, 상기 제 2 타일 각도 및 상기 제 2 타일 사이즈는 상기 타일 형태, 상기 타일 각도 및 상기 타일 사이즈와 제각기 동일한 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 제 2 스크린 도트 핵 주파수는 상기 스크린 도트 핵 주파수와는 상이한 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 23

제 19 항에 있어서,

상기 제 2 타일 정의 데이터는 사용자에 의해 제공되는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 24

제 19 항에 있어서,

상기 제 2 타일 정의 데이터는 컴퓨터 실행가능한 프로세스에 의해 제공되는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성

방법.

청구항 25

제 19 항에 있어서,

상기 제 2 타일은 통계적 배열의 스크린 도트 핵과 함께 생성되는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

청구항 26

제 19 항에 있어서,

상기 제 2 타일은 규칙적 배열로 생성되는 멀티레벨 하프톤 스크린 생성 방법.

명세서

기술 분야

<1> 본 발명은 멀티레벨 하프톤 스크린 및 그 세트에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 무엇보다도 저해상도 멀티레벨 프린팅 장치, 가령 전자포토그래픽 프린팅 장치, 컴퓨터 투 플레이트("CTP") 프린팅 장치, 다이렉트 이미징 ("DI") 프린팅 장치, 다이 서브리메이션 프린팅 장치(dye sublimation printing devices) 및 저해상도 잉크젯 프린팅 장치용으로 적합한 멀티레벨 하프톤 스크린 및 그 세트에 관한 것이다.

배경기술

<2> 도 1은 이미지를 획득하고, 획득한 이미지를 "디지털 컨톤(digital contone)" 데이터로 래스터라이징(rasterizing)하고, 그 디지털 컨톤 데이터를 프린팅 장치에 호환가능한 포맷으로 조작하는 종래의 작업흐름을 도시한다. 특히, 도 1에서, 다양한 이미지 캡처 장치(108, 110, 112)에 의해 이미지를 획득하는 데 다양한 입력 소스(102, 104, 106)가 사용되며 이 이미지는 디지털 데이터 파일(114)로 변환된다. 가령, 디지털 카메라(108)는 아날로그 컨톤 장면(102)의 디지털 픽처를 획득하여 그 픽처를 디지털 파일(114)로 변환할 수 있다. 디지털 파일(114)의 예에는 JPG 파일, TIFF 파일, 당해 기술분야에서 알려진 임의의 다른 디지털 파일 포맷에 있다. 도 1은 또한 스캐너(110)를 도시하는데, 이 스캐너(110)는 하드카피 프린트(104)를 디지털 방식으로 스캐닝하여 그 디지털 스캔을 디지털 파일(114)로 변환하는 데 사용할 수 있다. 또한, 그래픽 디자인 소프트웨어(112)는 그래픽 디자인(106)을 생성하여 디지털 파일(114)로서 그래픽 디자인을 저장하는 데 사용할 수 있다.

<3> 디지털 파일(114)은 2차원 어레이로 배열되는 다수의 픽셀을 포함한다. 각각의 픽셀은 적, 녹 및 청 색분리와 관련한 강도 데이터(intensive data)를 포함한다. 그러나, 프린팅 장치(116, 118, 120)는 제각기 CMYK로 공통으로 표시되는 네 개의 상이한 색분리, 시안, 마젠타, 옐로우, 및 블랙에 따라 이미지를 프린팅한다. 따라서, 만약 사용자가 프린터(116, 118, 120) 중의 임의의 하나를 사용하여 디지털 파일(114)을 프린팅하고자 한다면, 디지털 파일(114)을 "디지털 컨톤" CMYK 데이터(124)로 래스터라이징하는 래스터 이미지 프로세서("RIP")로서 소프트웨어, 하드웨어 또는 이들 모두가 사용될 수 있다. 특히, RIP(122)는 디지털 파일(114) 내의 디지털 적색, 녹색 및 청색 데이터를 CMYK 데이터(124)로 변환한다.

<4> 또한, 프린터(116, 118, 120)는 전형적으로 장치(108, 110, 112)의 이미지 획득 해상도보다 훨씬 더 높은 프린팅 해상도를 갖는다. 따라서, RIP(122)는 전형적으로 디지털 컨톤 CMYK 데이터(124)가 디지털 파일(114)보다 높은 해상도를 갖도록 처리하는 이미지 데이터의 해상도를 증가시킨다. 환연하면, 디지털 파일(114) 내의 픽셀은 디지털 컨톤 CMYK 데이터(124) 내의 수 개의 리핑 픽셀(RIPPed pixel)에 대응할 수도 있다. 단일 리핑 픽셀(single RIPPed pixel)이 참조부호 126으로 도시된다.

<5> 프린팅을 위해, 디지털 컨톤 CMYK 데이터(124)는 하프톤 프로세스(130)로 처리되어 RTP 데이터를 프린팅할 프린팅 장치와 호환가능한 프린팅 준비(ready-to-print: RTP) 데이터(128)로 변환된다. RTP 데이터(128)는 전형적으로 디지털 컨톤 CMYK 데이터(124)보다 크거나 동일한 해상도를 갖는다. 따라서, 리핑 픽셀, 가령 리핑 픽셀(126)은 전형적으로 RTP 데이터(128)의 하나 이상의 요소에 대응하며, 그러한 요소는 본 명세서에서 "노출 도트"로 지칭된다. 단일 노출 도트는 가령 참조 부호 138로 도시된다.

<6> 사용중인 프린터(116, 118, 120) 및 프린팅 중인 이미지의 타입에 따라, 수개의 하프톤 프로세스들 중의 하나, 가령 하프톤 프로세스(130)가 사용될 수 있다. 가령, 운용자가 프린터(116)를 사용하기를 원할 경우, 그 사용자는 디지털 컨톤 CMYK 데이터(124)를 RTP 데이터(134)로 변환하기 위해 임계치 하프톤 프로세스(132)를 선택할

수 있다. 종래의 임계치 하프톤 프로세스에서, 입력 리핑 픽셀(126)의 강도가 임계치보다 크거나 동일하다면, 리핑 픽셀(126)에 대응하는 RTP 데이터(134) 내의 노출 도트는 온(ON) 값으로 설정되어, 노출 도트가 그 위치에서 프린팅될 것이라는 것을 나타낸다. 만약 리핑 픽셀(126)의 강도 데이터가 상기 임계치보다 낮다면, RTP 데이터(134) 내의 해당 노출 도트가 오프(OFF)로 설정되어, 그 위치에선 노출 도트가 프린팅되지 않을 것이라는 것을 나타낸다.

<7> 사용자가 프린터(118)를 사용하여 프린팅하고자 할 경우, 사용자는 RTP 데이터(142)를 생성하기 위해 패터닝된 도트 하프토닝(140)을 선택할 수 있다. 패터닝된 도트 하프토닝에 의하면, 입력 리핑 픽셀(126)의 강도 값과 프린터(118)와 디지털 컨톤 CMYK 데이터(124)의 상대적 해상도에 따라, 다수의 패턴들(144) 중의 하나는 하프톤 셀(146)의 노출 도트의 패턴을 생성하는 데 사용될 것이다. 도 1의 예에서, 하프톤 셀(146)은 디지털 컨톤 CMYK 데이터(124)로부터의 리핑 픽셀에 대응하며 네 개의 도트를 포함한다. 이러한 경우, 하프톤 셀(146)은 5 개의 상이한 강도 레벨, 즉 (1) 하프톤 셀(146) 내의 4개의 모든 노출 도트가 오프인 경우, (2) 하프톤 셀(146) 내의 4개의 노출 도트 중의 하나가 온인 경우, (3) 하프톤 셀(146) 내의 4개의 노출 도트 중의 두개의 도트가 온이고 나머지가 오프인 경우, (4) 하프톤 셀(146) 내의 4개의 노출 도트 중의 3개의 도트가 온이고 나머지가 오프인 경우, (5) 하프톤 셀(146) 내의 모든 노출 도트가 온인 경우를 나타낼 수 있다. 이 예에서, 만약 처리 중인 리핑 픽셀이 강도와 약간 연관되거나 전혀 무관한 강도 값을 갖는다면, 대응하는 하프톤 셀에 대해 패턴 (1)이 사용될 수 있다. 만약 처리중인 리핑 셀이 보다 높은 레벨의 강도와 연관된 강도 값을 갖는다면, 패턴 (2)이 사용될 수 있다.

<8> 사용자가 멀티레벨 프린터(120)를 사용하여 데이터(124)를 프린팅하고자 할 경우, 사용자는 멀티레벨 하프톤 프로세스(148)를 선택할 수 있다. 바이너리 프린터와는 대조적으로 멀티레벨 프린터는 다수의 강도들 중의 하나를 갖는 단일 노출 도트를 프린팅할 수 있다. 가령, 8-비트 멀티레벨 프린터(120)는 256개의 상이한 노출 레벨들 중의 하나를 갖는 임의의 하나의 노출 도트를 프린팅할 수 있다. 대조적으로, 바이너리 프린터는 두개의 강도 값, "온" 또는 "오프" 중의 하나를 갖는 단일 노출 도트를 프린팅할 수 있다. 따라서, 멀티레벨 하프톤 프로세스(148)는 연관된 멀티레벨 프린터의 기능에 따라 다수의 상이한 노출 강도 레벨들 중의 하나를 갖는 노출 도트(152)를 갖는 RTP 데이터(150)를 생성한다. 도 2는 바이너리 프린터의 노출 도트를 도시하며, 도 3은 멀티레벨 프린터의 노출 도트를 도시한다. 도 4는 멀티레벨 하프톤 프로세스(148)가 수행된 후 디지털 컨톤 CMYK 데이터(124)의 히스토그램과 RTP 데이터(150)("멀티레벨 하프톤 데이터"로 지칭되기도 함)의 최종 히스토그램을 도시한다.

<9> 하프톤 프로세스(130)는 디지털 컨톤 CMYK 데이터(124) 내의 각각의 C, M, Y, K 색분리를 위해 수행된다. 따라서, 분리 RTP 데이터(128)는 데이터(124)의 각각의 색분리 C, M, Y, K컬러에 대해 생성되며 각각의 색분리에 대응한다. 또한, 하프톤 프로세스는 "스크린(screen)"을 사용하며, 이는 필수적으로 대응하는 디지털 컨톤 CMYK 데이터(124)에 대해 어떠한 RTP 데이터가 출력되어야하는지를 결정하는 데 사용되는 테이블이다. 전형적으로, 하나의 스크린은 각각의 색분리를 위해 사용된다.

<10> 도 5a는 시안 색분리를 위한 하프톤 스크린(501)을 도시하고 있다. 스크린(501)은 RTP 데이터(504) 내의 노출 도트가 넌제로(non-zero) 노출 강도를 갖는 위치들을 나타내는 복수의 스크린 도트(screen dot)(502)를 갖는다. 환연하면, 스크린 도트(502)는 하나의 도트가 하나의 프린팅 장치에 의해 프린팅될 위치를 나타낸다. RTP 데이터(504)를 생성하기 위해, 스크린(501)은 전형적으로 디지털 컨톤 데이터(505) 상에서 소정의 각도로 중첩된다. 통상, 하프톤 스크린(501)은 적용될 디지털 컨톤 데이터(505)보다 더 작다(보다 낮은 해상도를 갖는다). 따라서, 하프톤 스크린(505)은 전형적으로 도 5a에서 506으로 도시된 바와 같이 디지털 컨톤 데이터(505) 상에 소정의 각도로 중첩될 때 타일링된다(tiled). 각각의 스크린 도트(502)는 그 상부에 존재하는 픽셀의 강도 값을 도 5a에서 507로 도시된 바와 같이 특정 노출 강도 값을 갖는 대응 노출 도트(503)로 변환한다.

<11> 종래, 두개의 상이한 타입의 하프톤 스크린, AM 스크린 및 FM 스크린이 존재한다. 가령, 도 5b에서 510으로 도시된 AM 스크린은 정규 패턴을 갖는 스크린 도트를 포함하는 진폭 변조 스크린으로 지칭된다. 이와는 대조적으로, 도 5b에서 511로 도시된 FM 스크린은 랜덤 패턴을 갖는 스크린 도트를 나타내는 주파수 변조 스크린을 지칭한다. FM 스크린은 또한 "통계 스크린"으로 지칭되기도 한다.

<12> AM 스크린을 사용하여 만족스런 이미지(pleasing image)를 생성하기 위해, AM 스크린의 세트가 생성되는데, 각각의 스크린은 CMYK 색분리들 중의 하나를 위해 구성되며, 스크린은 특정의 각도로 그 대응하는 디지털 컨톤 데이터 상에서 중첩된다. 전형적으로, 스크린이 중첩될 때, 시안 스크린은 그 대응하는 디지털 컨톤 데이터 상에서 15도의 각도로 지향되며, 마젠타 스크린은 75도로 지향되며, 블랙 스크린은 45도로 지향되며, 옐로우 스크

린은 제로 각도로 지향된다. 이러한 스크린의 각각이 특정의 각도로 오버레이될 때, 그 스크린 도트는 육안이 쉽게 인지하지 못하는 로제타 구조로 지칭되는 만족스런 마이크로구조(pleasing microstructure)를 생성한다. 그러나, 종래의 AM 스크린이 적용될 때 무아레 패턴(moire pattern)으로 지칭되는 스크린 도트의 간섭 패턴이 나타나 때때로 이미지 품질을 저하시킨다.

<13> FM 스크린은 무아레 간섭 패턴을 산란시키는 것과 관련한 문제를 갖지 않는다. 그러나, FM 스크린을 사용할 때 톤 스케일의 보다 높은 부분, 즉 노출 강도가 높으며 스크린 도트들이 커서 결합하기 시작하는 톤 스케일의 부분에서의 스크린 도트들 간의 접속으로 인해 벌레 형태의 아티팩트(worm-like artifact)가 생성될 수 있다.

<14> 또한, FM 스크린이 고해상도 잉크젯 프린터에 의해 수행되는 것과 같이 고해상도 프린팅(인치당 대략 5000 이상의 도트)에 매우 적합하게 동작할지라도, 가령, 전자포토그래픽, 플렉소그래픽(flexographic), 다이렉트 이미징(DI), 다이 서브리메이션(dye sublimation) 및 저해상도 잉크젯 프린팅 장치와 같은 저해상도 프린팅(인치당 대략 2000 이상의 도트)에 대해서는 덜 효과적이다. 가령, 전자포토그래픽(EP) 프린팅 장치 및 플렉소그래픽 프린팅 장치는 현재 잉크젯 프린팅에 의해 제공되는 해상도에서 프린팅을 수행할 수 없는데, 그 이유는 이들 프린팅 방법은 고해상도 잉크젯 프린팅의 최소 노출 도트 사이즈보다 더 큰 최소 노출 도트 사이즈를 가지기 때문이다. 상세히 설명하면, EP 프린팅 장치는 토너를 끌어당기는 이미지 실린더(image cylinder)에 전하(electric charge)의 스포트을 부가함으로써 토너를 프린팅 기판으로 이송한다. 토너는 다음에 페이퍼와 같은 기판으로 이송된다. 만약 노출 도트 사이즈가 너무 작다면, 토너를 적절히 끌어당기는 이미지 실린더에 부착되는 전하는 매우 작다. 결과적으로, 토너가 기판으로 전혀 이송되지 않거나 극히 미세하게 이송될 것이다. 플렉소그래픽 프린팅의 경우, 용기된 노출 도트들이 플렉시블 프린팅 플레이트 상에 형성된다. 다음에 잉크가 플렉시블 프린팅 플레이트에 도포되고 용기된 노출 도트는 잉크를 접촉에 의해 기판으로 이송한다. 만약 프린팅 플레이트 상의 용기된 노출 도트가 너무 작다면, 잉크는 프린팅 플레이트로 적절히 이송되지 않을 것이다. 다른 저해상도 프린팅 기술에 대해 유사한 문제점들이 존재한다. FM 스크린이 AM 스크린에 비해 무아레 간섭 패턴의 제거와 같은 이점을 제공하기 때문에, 저해상도 프린팅 프로세스에 대한 아티팩트 없이 고품질의 이미지를 생성하는 FM 스크린이 요구된다.

발명의 상세한 설명

<15> 전술한 문제점은 본 발명에 따른 멀티레벨 하프톤 스크린에 의해 해결되고 기술적 솔루션이 달성된다. 본 발명의 일 실시예에서, 무엇보다도 저해상도 멀티레벨 프린팅에 대해 적합한 3차원(3D) 하프톤 스크린이 제공되며 컴퓨터 액세스 가능한 메모리 시스템에 저장된다. 저해상도 멀티레벨 프린팅의 예는 전자포토그래픽, CTP, DI, 다이 서브리메이션, 및 저해상도 잉크젯 프린팅을 포함한다. 본 발명의 다양한 실시예에 따른 3D 하프톤 스크린은 제 1 데이터 구조의 제 1 플레인(a first plurality of planes)을 포함한다. 제 1 플레인의 각각은 입력 리핑 픽셀의 하나 이상의 강도 레벨에 대응한다. 플레인 내의 각각의 데이터 구조는 멀티레벨 프린팅 장치의 노출 강도와 관련된다. 입력 리핑 픽셀에 대응하는 출력 노출 강도 레벨은 적어도 입력 리핑 픽셀의 강도에 기반하여 다수의 플레인들 중의 하나를 선택하고 적어도 입력 리핑 픽셀의 좌표에 기반하여 상기 선택된 플레인 내의 데이터 구조를 선택함으로써 결정된다.

<16> 3D 하프톤 스크린의 플레인 내에는 네제로 노출 강도와 관련된 데이터 구조에 대응하는 스크린 도트가 존재한다. 스크린 도트의 사이즈에 따라, 스크린 도트를 기술하는 데 하나 또는 다수의 인접하는 데이터 구조가 사용될 수 있다. 환연하면, 하나 또는 다수의 인접 데이터 구조는 데이터 내의 스크린 도트를 나타내는 데 사용될 수 있다. 용어 "인접"은 실제의 데이터 엘리먼트가 컴퓨터 액세스 가능한 메모리 시스템 내의 원격의 인접하지 않은 위치에 위치될 지라도 어레이 내의 인접한 엘리먼트와 같은 논리적인 데이터 그룹을 지칭하는 것으로 의도된다.

<17> 본 발명의 일 실시예에 의하면, 스크린 도트의 각각은 3D 하프톤 스크린의 플레인 전체에 걸쳐서 동일하거나 실질적으로 동일한 위치에 존재하는 핵(nucleus)을 갖는다. 각각의 스크린 도트는 또한 각각의 플레인으로부터 입력 리핑 픽셀의 증가하는 강도에 대응하는 방향으로의 인접 플레인으로 사이즈가 증가하는 주변 영역을 포함한다.

<18> 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 각각의 스크린 도트에 의해 표현되는 노출 도트 강도는 입력 리핑 픽셀의 증가하는 강도의 방향으로의 플레인들 간에 증가한다.

<19> 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 임의의 특정 플레인 상의 스크린 도트의 사이즈는 실질적으로 동일하지만 전반적으로 동일한 것은 아니다. 임의의 특정 플레인, 특히 고강도 레벨과 관련한 플레인 상에서 실질적으로 동

일한 스크린 도트를 갖는 이점은 스크린 도트들이 별레 형태의 아티팩트를 억제하기 위해 스크린 도트들이 접속되는 방식의 제어권을 제공한다는 것이다. 그러나, 임의의 특정 플레인, 특히 저강도 레벨과 관련한 플레인 상에서 정확히 동일한 스크린 도트 사이즈를 갖지 않는 이점은 보다 안정된 토너/잉크 이송을 가능하게 한다는 것이다. 달리 언급하면, 스크린 도트들이 작은 톤 스케일(tone scale)의 토우 영역(toe region)(즉, 저강도 영역) 내의 약간 불규칙하거나 가변하는 스크린 도트 사이즈는 특히 작은 스크린 도트 사이즈에 잘 응답하지 않는 저해상도 프린팅 장치에 대해 안정된 토너/잉크 이송을 보조한다. 이와 관련하여, 본 발명의 또 다른 실시 예에 의하면, 톤 스케일의 토우 영역에 대응하는 플레인 내의 스크린 도트 사이즈는 저해상도 프린팅 장치에 대해 토너/잉크 이송의 안정성을 증가시키기 위해 증가된다.

- <20> 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 스크린 도트 핵은 3D 하프톤 스크린의 플레인 내에 통계적으로 배열된다. 다른 실시예에 의하면, 하나 이상의 플레인 내의 스크린 도트 핵은 통계적으로 배열되며, 하나 이상의 플레인 내에서 스크린 도트 핵은 규칙적으로 배열된다. 일 실시예에서, 스크린 도트 핵은 미드톤 플레인(midtone planes) 내에서 규칙적으로 배열되며 다른 플레인 내에서는 통계적으로 배열된다.
- <21> 본 발명의 일 실시예에 의하면, 3D 하프톤 스크린은 녹색 노이즈 전력 스펙트럼, 즉 인치당 대략 150 라인과 250 라인 사이의 중간 주파수 피크를 나타낸다. 녹색 노이즈 전력 스펙트럼은 요구되지 않는 것일지라도 저해상도 프린팅 장치용으로 유용하다. 일 실시예에 의하면, 3D 하프톤 스크린은 상이한 플레인들 간에 가변 스크린 도트 주파수를 나타낸다.
- <22> 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 하나의 3D 하프톤 스크린이 각각의 색분리를 위해 생성된다. 3D 하프톤 스크린의 각각은 이미지 아티팩트의 억제를 보조하기 위해 상이한 평균 스크린 도트 주파수를 가질 수 있다. 또한, 하나 이상의 3D 하프톤 스크린은 FM 스크린일 수 있으며, 하나 이상의 3D 하프톤 스크린은 AM 스크린일 수 있다.
- <23> 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 리핑 픽셀의 입력 강도 값 뿐만 아니라 리핑 픽셀의 좌표는 멀티레벨 처리 시스템에 의해 수신된다. 적어도 리핑 픽셀의 강도 값에 기반하여, 3D 하프톤 스크린의 플레인은 처리 시스템에 의해 선택된다. 적어도 리핑 픽셀의 좌표에 기반하여 리핑 픽셀의 좌표에 대응하는 선택된 플레인 내의 위치는 처리 시스템에 의해 결정된다. 리핑 픽셀의 좌표에 대응하는 플레인 내의 위치와 관련된 노출 값은 처리 시스템에 의해 결정되어 출력된다.
- <24> 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 3D 하프톤 스크린은 적어도 타일 형태의 식별자, 타일 사이즈, 타일 각도 및 스크린 도트 주파수를 수신함으로써 처리 시스템에 의해 생성된다. 식별된 타일 형태, 사이즈, 각도 및 주파수의 정의를 충족하는 타일이 랜덤 스크린 도트 핵 배치(random screen dot nuclei placement)를 통해 생성된다. 당해 기술 분야에서 널리 알려진 보로노이 알고리즘(Voronoi algorithm)과 같은 알고리즘은 생성된 타일 내에 랜덤하게 배치된 스크린 도트 핵을 재분포하는 데 사용되고, 그 결과 스크린 도트 핵의 재분포는 식별된 주파수를 중심으로 하여 주파수 분포를 갖는 스펙트럼을 생성한다. 플레인들 간의 스크린 도트의 성장은 모든 인접하는 스크린 도트들과의 동시 접촉 또는 거의 동시 접촉을 위해 제공되는 레이트로 인접하는 스크린 도트를 향하여 스크린 도트를 성장시키는 알고리즘에 의해 수행된다. 다음에 생성된 타일 및 관련 플레인에 대해 평균화 필터가 제공될 수 있다. 그러한 타일은 다음에 등가의 제로 각도 타일(an equivalent zero-degree tile)로 변환되어 당해 기술분야에서 널리 알려진 브릭 형태(brick-like) 또는 다른 타일링 구조(tiling structure), 가령 홀라데이 타일링 구조(Holladay tiling structure)로 반복된다. 타일링 후에, 3D 하프톤 스크린이 디지털 컨텐츠 데이터일 수 있는 입력 이미지에 제공될 수 있다.
- <25> 전술한 실시예에 부가하여, 아래의 상세한 설명과 도면을 참조하면 다른 실시예들이 이해될 수 있을 것이다.
- <26> 본 발명은 첨부된 도면과 연계하여 아래에서 설명되는 실시예의 상세한 설명으로부터 용이하게 이해될 수 있을 것이다.

실시예

- <44> 본 발명의 다양한 실시예는 멀티레벨 프린팅에 적합한 3차원(3D) 하프톤 스크린을 개시한다. 3D 하프톤 스크린은 그 하프톤 스크린에 대해 저해상도 프린터, 가령 EP, CTP, DI, 다이 서브리메이션 및 저해상도 잉크젯 프린터용으로 적합한 스크린을 만드는 특성을 나타낼 뿐만 아니라, 그 특성을 상기 하프톤 스크린에 대해 일반적으로 유용한 스크린을 만들게 한다. 가령, 3D 하프톤 스크린의 임의의 특정 플레인 상의 스크린 도트의 사이즈는 실질적으로 스크린 도트들이 접속되는 방법을 제어하도록 동일하다. 이러한 기법은 프린터가 사용중인 것에 무관하게 종래의 FM 스크린에서 공통의 별레 형태의 아티팩트를 억제한다. 또한, 3D 하프톤 스크린의 임

의의 특정 플레인 상의 스크린 도트 사이즈는 안정된 토너/잉크 이송을 가능하게 하기 위해 일반적으로 정확히 동일한 것은 아니다. 안정된 토너/잉크 이송이 저해상도 프린팅 기법을 위해 유용하지만, 임의의 다른 프린팅 기법용으로 유용하다. 프린트 품질을 더욱 개선하기 위해, 3D 하프톤 스크린의 스크린 도트 사이즈는 토너/잉크 이송의 안정성을 향상시키기 위해 톤 스케일의 토우 영역에서 증가된다. 이와 관련하여, 스크린 도트는 플레인 상의 스크린 도트 사이즈를 증가시키는 효과를 감소시키도록 확산될 수 있다. 또한, 저해상도 프린팅 기법용으로 안정된 토너/잉크 이송이 유용하지만, 다른 프린팅 기법용으로도 유용하다. 따라서, 당업자는 3D 하프톤 스크린이 임의의 멀티레벨 프린팅 프로세스용으로 사용될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

<45> 도 6을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(600)이 개시될 것이다. 디지털 컨텐츠 CMYK 데이터(124)로부터의 리핑 핵셀 데이터(606)는 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(602)으로 한번에 한 핵셀로 (시리얼 데이터 처리 시스템으로) 입력된다. 그러나, 당업자는 병렬 데이터 처리 장치가 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 리핑 핵셀 데이터(606)가 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(602) 내로의 입력으로서 기술되지만, 당업자는 핵셀 데이터(606)가 디지털 컨텐츠 CMYK 데이터로 래스터라이징될 필요가 없으며 다른 형태의 이미지 데이터일 수 있다는 것을 이해할 것이다. 리핑 핵셀 데이터(606)는 각각의 리핑 핵셀의 강도값과 각각의 리핑 핵셀의 좌표(종종 X 및 Y 좌표)를 기술한다.

<46> 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(602)은 입력 리핑 핵셀에 대응하는 프린팅 준비(RTP) 포맷으로 노출 강도값을 생성할 수 있는 하나 이상의 프로세서를 포함한다. 노출 강도값은 멀티레벨 프린터에 의해 형성되는 도트의 노출 강도를 기술한다. 본 명세서에 사용되는 노출 강도는 멀티레벨 프린팅 장치에 의해 형성되는 도트의 사이즈 및/또는 어둠의 레벨(a level of darkness)을 지칭한다. 입력 리핑 핵셀에 대응하는 노출 도트 강도값(608)을 생성하기 위해, 멀티레벨 하프톤 프로세서는 데이터 저장 시스템(604)에 저장된 3D 하프톤 스크린(610)을 지칭한다. 3D 하프톤 스크린(610)은 본 발명의 실시예에 따른 3D 하프톤 스크린들 중의 임의의 하나이다. 데이터 저장 시스템(604)은 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(602)에 통신가능하게 접속된다.

<47> 데이터 저장 시스템(604)은 하나 이상의 컴퓨터 액세스가능한 메모리를 포함할 수 있다. 데이터 저장 시스템(604)은 다수의 컴퓨터 및 장치를 통해 통신가능하게 접속된 다수의 컴퓨터 액세스가능한 메모리를 포함한 분산형 데이터 저장 시스템일 수 있다. 한편, 데이터 저장 시스템(604)은 분산형 데이터 저장 시스템일 필요는 없으며, 그 결과 단일 컴퓨터 또는 장치 내에 배치된 하나 이상의 컴퓨터 액세스가능한 메모리를 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 데이터 저장 시스템(604)이 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(602)과는 별도로 도시되지만, 당업자는 데이터 저장 시스템(604)이 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(602) 내에 완전히 혹은 부분적으로 저장될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

<48> 용어 "컴퓨터" 및 용어 "프로세서"는 전기 및/또는 자기 및/또는 광 및/또는 생체 구성요소 및/또는 기타 요소와 함께 구현될 경우에 데이터를 처리할 수 있고/있거나 데이터를 관리할 수 있고/있거나 데이터를 핸들링 할 수 있는 임의의 데이터 처리 장치를 지칭한다.

<49> 문구 "컴퓨터 액세스가능한 메모리"는 휘발성 또는 비휘발성에 상관없이 플로피 디스크, 하드디스크, 컴팩트 디스크, DVD, 플래시 메모리, ROM 및 RAM을 포함하는 전자, 자기, 광, 또는 기타의 임의의 컴퓨터 액세스가능한 데이터 저장 장치를 포함하는 것으로 의도된다.

<50> 문구 "통신가능하게 접속된"은 데이터가 통신될 수 있는 장치들(가령, 컴퓨터들 및/또는 프로세서들) 및/또는 프로그램들 간에 유선, 무선 또는 이를 모두이든 상관없이 임의의 타입의 커넥션을 포함하는 것으로 의도된다. 또한, 문구 "통신가능하게 접속된"은 단일 컴퓨터 또는 프로세서 내의 장치들 및/또는 프로그램들 간의 커넥션, 상이한 컴퓨터들 또는 프로세서들 내에 위치한 장치들 및/또는 프로그램들 간의 커넥션, 및 컴퓨터 또는 프로세서들 내에 전혀 위치하지 않는 장치들 간의 커넥션을 포함하는 것으로 의도된다.

<51> 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(602)은 적어도 리핑 핵셀 데이터(606)에 기반하여 RTP 데이터(608)를 생성한다. 특히, 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(602)은 적어도 리핑 핵셀의 강도값에 기반하여 3D 하프톤 스크린(610) 내의 다수의 플레인들 중의 하나의 플레인을 선택한다. 리핑 핵셀의 강도값과 관련한 플레인을 식별한 후, 멀티레벨 하프톤 프로세서는 적어도 리핑 핵셀의 좌표에 기반하여 선택된 플레인 내의 위치를 선택한다. 3D 하프톤 스크린(610)의 선택된 플레인 내의 선택된 위치는 입력 리핑 핵셀에 대응하는 RTP 데이터(608)로서 출력될 노출 도트 강도값을 식별한다.

<52> 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 하프톤 스크린(610)의 구조를 상세히 기술하고 있다. 도 7의 실시예에 따른 하프톤 스크린(610)은 3차원, 즉 X축(702), Y축(704), 및 Z축(706)을 갖는다. X 축(702) 및 Y 축

(704)은 입력 리핑 핵셀(606)의 좌표와 관련된다. Z 축(706)(또한 "톤 스케일"로 지칭되기도 함)은 입력 리핑 핵셀(606)의 강도값과 관련된다. 따라서, 하프톤 스크린(610)은 레벨 0, 레벨 1, ..., 레벨 32, 레벨 33, 레벨 34, 등으로 지칭되는 다수의 플레인을 가지며, 각각의 플레인은 입력 리핑 핵셀의 강도값과 관련된다. 그러나, 당업자는 하프톤 스크린이 입력 리핑 핵셀의 하나 이상의 강도값과 관련될 수 있다.

<53> 각각의 플레인은 도 8에 도시된 노출 도트의 맵을 나타내며, 여기서 도 8에 도시된 플레인 레벨(32) 내의 각각의 번호는 그 번호에 의해 표현되는 노출 강도값을 갖는 노출 도트를 나타낸다. 또한, 제로의 강도값(강도 없음)의 입력 리핑 핵셀과 관련된 플레인 레벨 0을 제외한 각각의 플레인은 다수의 스크린 도트(708)를 가지며, 이들 일부는 도 7에서 참조 부호(708)로 단면으로 도시된다. 그러나, 주목할 것은 플레인 레벨 0은 노출 강도 없음과 관련된 스크린 도트(730)를 갖는 것으로 고려될 수 있다는 것이다. 그러나, 논의를 용이하게 하기 위해 스크린 도트는 네제로 노출 강도와 관련되는 것으로 기술될 것이다. 이와 관련하여, 스크린 도트는 멀티레벨 프린팅 장치에 의해 프린팅되는 하나 이상의 노출 도트와 관련된다. 가령, 플레인 레벨 1에서의 스크린 도트(710)는 3의 노출 강도 값과 관련되며, 이 3의 노출 강도 값은 멀티레벨 프린팅 장치에 의해 프린팅되는 소형 또는 경량의 도트를 나타낸다. 입력 리핑 핵셀이 1의 강도값과 스크린 도트(710)와 관련된 좌표를 갖는다면 3의 노출 도트 강도값이 RTP 데이터(608)로서 출력된다.

<54> 하프톤 스크린(610)이 Z 축(706)을 따라 진행함에 따라, 플레인 내의 스크린 도트는 더욱 커진다. 그러한 성장이 가령 참조 부호 714로 도시된다. 성장(714)은 도 7에 도시된 플레인 레벨 35 내의 스크린 도트(716)의 단면이 2개의 노출 도트 강도값으로부터 노출 도트 단면(718)에 의해 표시되는 바와 같은 플레인 레벨 64 내의 5개의 노출 도트 강도 값으로 성장하는 것을 도시하고 있다. 비록 도 7에는 도시되지 않았지만, 톤 스케일의 토우 영역의 스크린 도트(708)와 관련된 노출 강도는 저해상도 프린팅 기법용의 보다 안정된 잉크 또는 토너의 이송을 가능하게 하도록 증가된 노출 강도를 가질 수 있다. 또한, 스크린 도트(708) 뿐만 아니라 Z 축(706)을 따른 사이즈의 성장은 또한 참조 부호 724에 의해 도시된 바와 같이 Z 축(706)을 따라 강도를 증가시킨다.

<55> 스크린 도트(708)는 각각 핵(720)을 가지며, 이는 플레인들 간의 동일하거나 실질적으로 동일한 위치에 배치된다. 핵(720)은 스크린 도트의 (실수 공간에서의) 이론적 중심 또는 이론적 중심이 위치하는 (하프톤 스크린(610)에 의해 표현되는 정수/디지털 공간에서의) 노출 도트를 나타낸다. 가령, 도 7의 스크린 도트(718)의 이론적 중심은 노출 도트(750)와 노출 도트(752) 간의 위치에 배치될 수 있지만, 노출 도트(750)의 중심에 더 가까운 곳에 배치될 수도 있다. (아래에 기술되는 바와 같이, 실수 공간에서 정수 공간으로 변환되는) 스크린 도트를 디지털화하는 프로세스에서, 노출 도트(750)는 이론적 중심이 존재하는 노출 도트가 되며 정수 공간의 스크린 도트(718)의 핵으로 간주된다.

<56> 스크린 도트가 Z 축(706)을 따라 그 사이즈가 증가함에 따라, 그 스크린 도트는 주변 영역(722)을 성장시키는 것을 포함하게 된다. 주변 영역(722)은 도 8에 도시된 바와 같이 스크린 도트 핵(720)의 경계가 되거나 그를 둘러싸게 된다.

<57> 도 8은 하프톤 스크린(610)의 플레인 레벨(32)을 도시하며, 그 결과 도 7에 도시된 플레인 레벨 32에서의 노출 도트 강도는 도 8의 제 1 행(802)을 따라 도시된 노출 도트 강도에 대응하게 된다. 그러므로, 도 8은 도 7에 도시된 플레인 레벨 32의 하부를 도시하는 것이라고 할 수 있다. 도 8에 의해 도시되는 바와 같이, 스크린 도트가 Z축을 따라 성장함에 따라 스크린 도트가 접속을 어떻게 개시하는지를 제어하기 위해 임의의 특정 플레인 상의 스크린 도트 사이즈는 실질적으로 동일하다. 이러한 요건은 종래의 FM 스크린에 공통인 별례 형태의 아티팩트의 감소에 도움이 된다. 그러나, 도 8은 스크린 도트들은 모두 동일한 사이즈를 갖는 것이 아니고, 스크린 도트들 간의 사이즈의 미세한 변동이 존재한다는 것을 도시한다. 환언하면, 스크린 도트(708)는 약간 불규칙한 형태를 갖는다. 이러한 특징은 저해상도 프린팅 장치에 대해 보다 안정된 토너/잉크의 이송을 가능하게 한다. 특히, 스크린 도트들이 작은 톤 스케일의 토우 영역에서 약간 불규칙하거나 가변적인 스크린 도트 사이즈는 소형의 스크린 도트 사이즈에 대해 잘 응답하지 않는 저해상도 프린팅 장치에 대해 안정된 토너/잉크의 이송에 도움이 된다는 것이 결정되었다. 이러한 문구에서 논의되는 특징이 구현되는 방법의 메카니즘이 도 9를 참조하면서 아래에서 보다 상세히 기술될 것이다.

<58> 도 7 및 도 8은 스크린 도트 핵(720)에 의해 식별되는 스크린 도트들이 통계적으로 배열된다는 것을 도시하고 있다. 그러나, 본 발명은 이러한 배열에 국한되는 것은 아니며 3D 하프톤 스크린(610)의 모두 혹은 일부는 AM 스크린으로서 규칙적으로 배열될 수 있다. 가령, 도 12는 적어도 하나의 상이한 스크린 도트 핵 위치 배열을 갖는 단일 스크린의 상이한 세그먼트를 갖는 본 발명의 특정 실시예를 도시한다. 이 예에서, 미드톤 영역(1208)은 AM 스크린(1204)에 대응하는 규칙적인 패턴으로 스크린 도트 핵의 배열을 갖는다. 다른 플레인들

(1202, 1206)은 FM 스크린에 대응하는 스크린 도트 핵의 통계적 배열을 갖는다. 이러한 배열의 이점은, 소형 도트들이 존재할 경우 토너/잉크 부착에 도움이 되도록 하는 데 톤 스케일의 토우 영역 내의 스크린 도트들의 통계 패턴이 결정되며, 고강도 플레인 내의 스크린 도트들의 통계 패턴이 별례 형태의 아티팩트의 감소에 도움이 되며 그리고 토너/잉크 부착 및 별례 형태의 아티팩트가 문제가 아닌 경우 미드톤 영역 내의 스크린 도트의 규칙적인 패턴이 통계적인 배열보다 나은 결과를 생성할 수 있다는 것이다. 도 12가 FM-AM-FM 배열을 도시하지만, 당업자는 본 발명의 영역을 벗어나지 않고 다른 교변 통계/규칙 배열이 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

<59> 요구되지는 않지만, 스크린 도트 핵(720)은 본 발명의 실시예에 따라 배열되며, 그 결과 하프톤 스크린(610)은 인치당 대략 150과 250 라인 간의 녹색 노이즈 전력 스펙트럼을 나타낸다. 녹색 노이즈 전력 스펙트럼은 저해상도 프린팅 장치에 유용하다.

<60> 도 7은 각각의 플레인 내의 스크린 도트 핵(720)의 일정한 수를 도시하지만, 본 발명의 실시예는 상이한 세트의 플레인에서 스크린 도트 핵(720)의 가변적인 수를 갖는다. 가령, 플레인 레벨 0 내지 35는 각각 스크린 도트 핵의 X 수를 갖는 반면, 플레인 레벨 36 내지 255는 X+Y 핵을 가질 수 있다. 따라서, 당업자는 3D 하프톤 스크린(610)이 스크린(610)의 톤 영역에 따라 가변 주파수를 가질 수 있다는 것을 이해할 것이다. 가령, 도 12는 FM 플레인 세트(1202)는 F1>F2 또는 F2>F1인 경우, 스크린 도트들의 다중 주파수 F1, F2를 가질 수 있다. 또한, AM 플레인 세트(1204)는 또다른 스크린 도트 핵 주파수 F3을 가질 수 있으며, FM 플레인 세트(1206)는 또다른 스크린 도트 핵 주파수 F4를 가질 수 있다. 바람직하게도, FM 영역(1202)과 AM 영역(1204)의 전이 포인트 FT1에서, 전이 스크린 도트 핵의 주파수는 동일하며, 전이 스크린 도트 핵은 상기 전이 포인트에서 플레인들 간의 동일하거나 실질적으로 동일한 위치에 존재한다. 마찬가지로, AM(1204) 내지 FM(1206)의 전이 포인트 FT2에서, 전이 스크린 도트 핵의 주파수는 바람직하게도 동일하며, 전이 스크린 도트 핵은 상기 전이 포인트에서 플레인들 간의 동일하거나 실질적으로 동일한 위치에 존재한다. 이러한 결과를 달성하는 세부 사항은 도 9를 참조하면서 아래에서 보다 상세히 기술된다. 전술한 전이 포인트에서 스크린 도트 핵의 동일하거나 실질적으로 동일한 주파수 및 위치를 가지게 되면 통계 스크린 도트 핵 배열과 규칙 스크린 도트 핵 배열 간에 평탄한 텍스처 전이(a smooth texture transition)가 보장된다.

<61> 또한, 도 7 및 도 8이 각각의 플레인이 직사각형인 하프톤 스크린을 도시하지만, 당업자는 하프톤 스크린(610)의 3차원 구조가 다른 형태를 갖는 하프톤 스크린을 수용할 수 있도록 변형될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

<62> 또한, 도 7 및 도 8 뿐만 아니라 이러한 설명이 하프톤 스크린(610)에 걸쳐 스크린 도트들의 성장을 공통으로 기술하지만, 본 발명의 일부 실시예는 스크린 도트 대신에 홀(hole)을 성장시킨다. 홀은 필수적으로 스크린 도트의 역(inverse)이며 노출 도트가 비-최대(non-maximum) 노출 강도를 갖는 위치를 나타낸다. 이러한 실시예는, 스크린 도트 대신에 홀이 성장되는 것을 제외하고는, 본 명세서의 하프톤 스크린을 제조하는 방법을 포함하는 스크린 도트 실시예와 동일하다.

<63> 본 발명의 일 실시예에 따른 하프톤 스크린(1402)은 도 14에 도시된다. 255(최대 강도)의 입력 리핑 피셀 강도 값과 관련되는 플레인 레벨 255를 제외한 하프톤 스크린(1402) 내의 각각의 플레인은 다수의 홀을 가지며, 그 홀의 일부는 참조 부호 1404에 의해 그 단면으로 도시된다. 그러나, 주목할 것은 플레인 레벨 255이 최대 노출 강도와 관련된 홀(1406)을 갖는 것으로 고려될 수 있다는 것이다. 그러나, 논의를 용이하게 하기 위해, 홀은 비-최대 노출 강도와 관련되는 것으로 기술될 것이다. 이와 관련하여, 홀은 멀티레벨 프린팅 장치에 의해 프린팅되는 하나 이상의 최대 미만 강도 노출 도트(less-than-maximum-intensive exposure dot) 또는 하나 이상의 비-프린팅된(non-printed) 노출 도트와 관련된다. 가령, 플레인 레벨 227 내의 홀(1408)은 8-비트 멀티레벨 프린터에 의해 프린팅되는 최대 강도인 255 미만인 253 및 238의 노출 강도 값과 관련된다.

<64> 하프톤 스크린(1402)이 톤 스케일의 토우 영역을 향해 Z 축(1410)을 따라 진행함에 따라, 플레인들 내의 홀은 더욱 커진다. 그러한 성장은 가령 참조 부호 1412로 도시된다. 성장 1412는 플레인 레벨 224 내의 홀(1414)의 단면이 2개의 노출 도트 강도 값에서 플레인 레벨 128 내의 4개의 노출 도트 강도 값으로 성장하는 것을 도시한다. 또한, 홀 뿐만 아니라 톤 스케일의 토우 영역으로 향하는 방향으로 Z 축(1410)을 따라 사이즈의 증가는 참조 부호 1416으로 도시된 바와 같이, 동일한 방향으로 Z 축(1410)을 따라 강도를 감소시킨다. 본 발명의 실시예에 의하면, 홀은 미드톤 영역 내의 스크린 도트와 함께 그 사이즈가 밸런싱된다.

<65> 하프톤 스크린(1402) 내의 홀의 각각은 핵(도 14의 새도우된 테이블 셀; 가령 참조 부호 1418 참조)을 포함하며, 이 핵은 플레인들 간에 동일하거나 실질적으로 동일한 위치에 존재한다. 핵은 홀의 (실수 공간에서의) 이론적 중심 또는 이론적 중심이 존재하는 (하프톤 스크린(1402)에 의해 표현되는 정수/디지털 공간에서

의) 노출 도트를 나타낸다. 가령, 스크린 도트(1414)의 이론적 중심은 강도값(148)을 갖는 노출 도트와 강도값(172)을 갖는 노출 도트 간의 한 위치에 존재할 수 있지만, 강도값(148)을 갖는 노출 도트의 중심에 더 가까운 곳에 존재할 수도 있다. (아래에서 보다 상세히 설명되는 바와 같이 실수 공간에서 정수 공간으로 변환되는) 스크린 도트들의 디지털화 프로세스에서, 강도값(148)을 갖는 노출 도트는 이론적 중심이 존재하는 노출 도트가 된다.

<66> 홀이 톤 스케일의 토우 영역의 방향에서 Z 축(1410)을 따라 그 사이즈가 증가함에 따라, 그 홀은 주변 영역(도 14의 약하게 새도우된 테이블 셀; 가령 참조 부호 1420 참조)을 성장시키는 것을 포함한다. 주변 영역은 홀 핵 영역의 경계가 되거나 그를 둘러싸게 된다.

<67> 본 발명의 일 실시예는 톤 스케일을 따라 스크린 도트와 홀을 고르게 혼합하여 스크린 도트들이 톤 스케일의 미드톤에 나타나며, 홀은 톤 스케일의 새도우 내지 미드톤 영역에 나타난다. 스크린 도트들 및 홀들은 도 15에 도시된 바와 같이 미드톤 영역에서 서로 (톤 스케일의 대략 45% 내지 55%의 범위로) 균형을 이를 수 있도록 성장된다. 혼합 중량(blending weights)은 플레인들 간에 가변할 수 있으며, 특히 선형 혹은 비선형 곡선을 형성할 수 있다. 이 실시예에 의하면, 톤 스케일에 따른 스크린 도트 투 홀 전이(screen-dot-to-hole transition)는 평탄하며 만족스런 결과를 생성한다.

<68> 주목할 것은, 하프톤 스크린 내의 홀의 성장이 강도 레벨의 반전을 제외하고는 필수적으로 스크린 도트의 성장과 동일하기 때문에, 본 상세한 설명의 나머지 뿐만 아니라 청구범위는 문구 "스크린 도트"가 스크린 도트의 성장을 일반적으로 언급하거나 또는 대안으로서 홀의 성장을 지칭한다는 것이다. 문구 "스크린 도트"는 이후 네 제로 노출 강도를 갖는 노출 도트를 나타내는 대상물의 성장이나 대안으로서 비-최대 노출 강도를 갖는 노출 도트를 나타내는 대상물의 성장을 지칭하는 데 사용될 것이다.

<69> 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 3차원 하프톤 스크린을 생성하는 방법(900)을 도시한다. 도 9의 실시예는 단계 902에서 시작하며 여기서 사용자는 (하프톤 스크린의 플레인을 형성하도록 반복될 수 있는) 타일의 형태, 가령, 정방형, 직사각형, 팔각형 등과, 타일의 사이즈, 가령 2차원의 노출 도트의 수에 의해 특정되는 사이즈와, 타일이 회전될 각도를 정의하는 각도 θ와, 하프톤 스크린의 각각의 플레인 내에 존재하는 스크린 도트의 수를 규정하는 주파수 F를 입력한다. 아래에서 보다 상세히 논의되는 바와 같이, 모든 플레인들이 동일한 스크린 도트의 수를 가질 필요는 없으며, 최초 기재를 용이하게 하기 위해 일정한 수(또는 주파수 F)의 도트가 가정될 것이다.

<70> 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(602)에 의해 단계 902에서 수행되는 처리는 규정된 형태, 사이즈, 각도 및 주파수를 충족하는 타일 A를 생성한다. 타일 A는 주파수 F와 주파수 분포 B의 스크린 도트 핵의 랜덤 분포를 가질 수 있다. 아래에서 보다 상세히 논의되는 바와 같이, 스크린 도트 핵 분포는 통계적일 필요는 없으며, 생성되는 대신에, 사용자 또는 다른 일부의 소스에 의해 규정될 수 있다. 주파수 분포 B를 갖는 타일 A는 단계 904에서 도트 중심 좌표화 및 경계 효과 제거를 수행하는 데 사용된다. 멀티레벨 하프톤 처리 시스템(602)에 의해 단계 904에서 수행되는 처리는, 주파수 F에 중심으로 두거나 실질적으로 중심을 두고 있는 주파수 분포 D를 갖는 스펙트럼을 갖는 스크린 도트 핵을 재분포시키기 위해 보로노이 알고리즘 또는 다른 공지 알고리즘을 사용한다. 환언하면, 주파수 분포 D는 주파수 F에서 혹은 실질적으로 그 근처에서 피크값을 가질 것이며, 인치당 대략 10라인일 수 있는 사전결정된 확산값 내에서 소실될 것이다.

<71> 보로노이 알고리즘이 단계 904에서 사용되면, 그 알고리즘은 필수적으로 타일 A에서 규정되는 스크린 도트 핵 간의 삼각형을 인출하며 그 스크린 도트 핵을 도 9의 904a에 도시된 바와 같이, 상기 생성된 삼각형의 중심 내에 배치한다. 삼각형은 임의의 특정 스크린 도트 핵에 대해 가장 인접한 스크린 도트 핵 사이에 형성된다. 단계 904에서 수행되는 경계 효과 제거는 904b에 도시된 바와 같이, 타일 A가 반복되면 존재할 스크린 도트 핵들 간의 거리를 고려하고 있다. 단계 904에서 수행되는 처리 결과는 분포 D를 갖는 재분포된 스크린 도트 핵을 갖는 타일 C이다.

<72> 단계 902 및 904에서 수행되는 처리는 실수 공간에서 발생된다. 결과적으로, 타일 C에서의 스크린 도트 핵은 실수로서 규정되는 위치를 갖는 이론적 중심이다. 단계 908에서 수행되는 후속 디지털화 프로세스로 인해 스크린 도트와 관련한 노출 강도값의 클리핑을 방지하기 위해, 상기 핵 위치는 톤 스케일의 토우 영역 내에서 최근접 정수 위치로 시프트될 수 있다.

<73> 주파수 분포 D를 갖는 타일 C는 단계 906에서 사용되어 단계 906에서의 이론적 도트 성장 알고리즘을 사용하여 스크린 도트의 각각에 대한 스크린 도트 성장 벡터(screen-dot-growth vector)를 생성한다. 본 발명의 실시예

에 의하면, 상기 성장 벡터를 생성하는 데 삼각형이 사용되고, 그 결과, 스크린 도트는 스크린 도트들이 모든 인접한 스크린 도트들을 동시에(즉, 동일한 플레인 내에서) 또는 거의 동시에 접촉할 수 있도록 인접 스크린 도트 핵을 향하여 소정의 속도로 성장된다. 환언하면, 스크린 도트는 인접한 스크린 도트들을 향하여 저속으로 성장하며 멀리 떨어진 인접 스크린 도트들을 향해서는 고속으로 성장하며, 그 결과, 스크린 도트는 인접 스크린 도트 및 떨어진 스크린 도트와 동시에 또는 거의 동시에 접촉된다. 달리 언급하면, 가령 플레인 레벨 0에서 플레인 레벨 255로 성장하는 스크린 도트는 플레인 레벨 204에서 또는 가령 플레인 레벨 201 내지 207 내에서 상기 인접 스크린 도트와 상기 떨어진 스크린 도트를 접촉시킨다.

- <74> 이러한 성장 체계의 예는 906a에 도시되며, 여기서 스크린 도트는 스크린 도트가 방향 V의 스크린 도트보다 2배 멀리 떨어진 스크린 도트로 향하여 2배만큼 고속으로 성장하도록 명령하는 벡터 2V를 갖는다. 비록 이 도트 성장 알고리즘이 별례 형태의 아티팩트를 감소시키는 데 이점을 갖는다 할지라도, 모든 도트들이 동시에 접촉하거나 거의 동시에 접촉하기 때문에 당업자는 다른 도트 성장 알고리즘이 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 단계 906에서 출력되는 것은 변경되지 않은 타일 C 뿐만 아니라 스크린 도트들의 각각의 성장 벡터의 세트이다. 성장 벡터들의 각각은 스크린 도트가 그 사이즈를 성장시키는 방향 및 속도를 나타낸다. 본 발명이 이에 국한된 것은 아니지만, 성장 벡터는 도트들이 플레인들 간에 균일한 속도로 성장하는 것을 규정할 수 있다.

- <75> 도 9는 도 10으로 지속되며, 단계 908에서 단계 906으로부터의 정보가 본 발명의 실시예에 따른 3차원 하프톤 스크린의 다수의 플레인을 형성하는 데 사용된다. 즉, 도 7에 도시된 Z 축(706)을 따른 후속의 각 플레인에 대해, 스크린 도트 핵(720)이 성장 벡터에 의해 표시되는 바와 같이, 그 강도 및 사이즈가 증가된다. 가령, 8-비트 멀티레벨 프린팅에 대해, 각각의 스크린 도트는 255 플레인 후에 그 최대 사이즈 및 강도에 도달해야 한다. 만약 선형 성장 체계가 사용되고 성장 벡터가 스크린 도트가 플레인 255에서 X의 거리만큼 성장해야 하는 것을 나타내면, 그 스크린 도트는 플레인(128)의 절반 만큼 성장해야 한다.

- <76> 스크린 도트를 실수 공간의 모든 플레인을 통해 성장시킨 후, 플레인들은 고해상도로 단계 908에서 디지털화되며, 여기서 각각의 도트, 가령 1002는 8-비트(또는 일부 다른 멀티비트 표현, 가령 16-비트)로 표현된다. 이 단계에서 도트 당 비트의 수는 멀티레벨 프린터의 비트 레벨과 일치할 필요는 없다. 본 발명의 실시예에 의하면, 플레인들은 단계 908에서 인치당 대략 5000 도트 보다 높은 해상도에서 디지털화된다. 그러나, 프린터 해상도보다 높은 임의의 해상도가 추천되지만 요구되는 사항은 아니다.

- <77> 고해상도에서의 디지털화는 스크린 생성 프로세스에서 이 시점의 데이터 손실을 최소화한다. 고해상도에서 플레인들을 디지털화한 후, 플레인들 내의 스크린 도트들은 (가령 1006에서 도시된 바와 같이) 제로보다 큰 강도 에지(greater-than-zero intensity edge)를 갖는 (도 10에서 1004로 도시된 바와 같은) 8-비트 도트의 경우에 최대 강도의 바다(seas of maximum intensity), 즉 "255s"로 나타난다. (스크린 도트로서 홀이 사용되는 경우에, 스크린 도트는 최대 미만의 강도 에지를 갖는 무강도의 바다(seas of no intensity), 즉 "0s"로 나타난다. 스크린 도트들을 갖지 않는 플레인들 상의 영역은 (가령 1008로 도시된 바와 같이) 무강도, 즉 "0s"을 갖는 도트들로서 나타난다. (스크린 도트들로서 사용되는 홀의 경우, 스크린 도트를 갖지 않는 플레인들 상의 영역은 최대 강도를 갖는 도트들로서 나타난다.) 단계 908의 출력은 도 7에서 도시된 것과 유사한 3차원 스크린 G이지만 고해상도이다.

- <78> 단계 910에서, 3차원 스크린 G는 대형 가우선(large Gaussian) 또는 평균화 필터로 처리될 수 있다. 대형 평균화 필터는 종래의 FM 스크린에 나타나는 별례 형태의 아티팩트를 제거하는 데 더 선호된다. 그러나, 당업자는 대형 필터가 필요한 것은 아니며 다른 필터 사이즈가 사용될 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 본 발명의 일 실시예에서, 대형 평균화 필터는 11×11 필터이다.

- <79> 평균화 이후, 수행시 스크린 G의 해상도는 프린터 해상도의 것과 일치하도록 감소된다. 가령, 고해상도 픽셀(1010)의 그룹은 고해상도 픽셀(1010)의 그룹 내의 9개의 강도 값을 평균화함으로써 152의 노출 강도값을 갖는 단일 노출 도트(1012)로 감소된다. 단일 노출 도트(1012)는 프린터가 프린팅할 수 있는 최소 노출 유닛을 나타낸다.

- <80> 단계 912에서, 단계 910으로부터의 최적화된 스크린은 등가의 제로 각도 타일로 변환되며 타일의 형태와 호환 가능한 방식으로 타일링되며 입력 디지털 컨텐 CMYK 이미지에 적용될 준비가 되어 있다. 단계 912의 출력 하프톤 스크린(1014)은 도 7에 도시된 하프톤 스크린과 유사한다. 주목할 것은 단계 912에서 수행되는 타일링(tiling)은 만약 타일 사이즈가 하프토닝중인 입력 디지털 컨텐 CMYK 이미지의 치수와 일치한다면 불필요할 수도 있다는 것이다.

- <81> 단계 914에서, 하프톤 스크린(1014)을 사용하여 이미지가 프린팅될 수 있다. 프린팅시, 고해상도 스크린 G를 프린터와 일치하는 해상도를 갖는 스크린 H로 감소할 때, 단계 910에서 생성되는 노출 강도 값을 캘리브레이션 하는 데 농도계(densitometer)가 사용될 수도 있다. 가령, (참조 부호 1012로 도시되는) 152의 노출 강도 값이 $(152/255)=59.6\%$ 커버리지를 갖는 노출 도트를 실제로 프린팅할 수 없었다는 것을 결정하는 데 농도계가 사용될 수 있다. 따라서, 노출 강도 값은 예상된 커버리지 또는 다른 일부의 원하는 커버리지를 갖는 노출 도트를 실제로 생성하도록 캘리브레이션될 필요가 있다.
- <82> 주목할 것은, 정수 공간에서 전술한 기술 내용이 고해상도 도트(1002)를 기술하고 있을 지라도, 그러한 도트는 실수 공간 대신에 강도 값을 가져 데이터 손실을 방지하고 있다는 것이다. 가령, 스크린 G 내의 도트는 실수 값을 정수값으로 변환할 때 데이터 손실을 방지하기 위해 141의 8-비트 강도 값을 갖는 대신에, 0.5529411....의 강도 값을 가질 수 있다. 정수 공간으로의 최종 변환은 평균화 필터와 같은 임의의 필터를 적용한 후에, 단계 910에서 프린터 해상도로의 축소시까지 대기할 수 있다.
- <83> 본 발명의 일 실시예에 의하면, 도 7에 도시된 것과 같은 전체 3D 하프톤 스크린은 스크린 도트 핵의 일정 주파수를 가지지 않으며, 전체 하프톤 스크린에 걸쳐 실질적으로 동일한 위치의 스크린 도트 핵을 가지지 않는다. 다시 도 7을 참조하면, 하프톤 스크린의 제 1 플레인과 같은 하프톤 스크린의 부분은 스크린 도트 핵(720)의 주파수 F1을 가질 수 있다. 하프톤 스크린(610)의 제 2 플레인은 스크린 도트 핵(720)의 상이한 주파수 F2를 가질 수 있다. 대안으로서, 하프톤 스크린(610)의 제 1 플레인은 상기 제 1 플레인 전체에 걸쳐 동일하거나 실질적으로 동일한 위치에서 유지되는 스크린 도트 핵을 가질 수 있다. 그러나, 하프톤 스크린(610)의 제 2 플레인 전체에 걸쳐, 동일하거나 실질적으로 동일한 위치를 갖는 스크린 도트 핵(720)이 제공될 수 있지만, 이 스크린 도트 핵은 하프톤 스크린(610)의 제 1 플레인의 위치와는 상이한 위치를 갖는다.
- <84> 도 11은 본 발명의 실시예에 따라 상이한 주파수의 스크린 도트 또는 상이한 스크린 도트 핵 위치를 갖는 하프톤 스크린이 제조되는 방법을 도시한다. 도 11은 도 9 및 도 10과 관련하여 기술되는 단계와 동일한 단계로 수행되는 여러 단계를 포함한다. 그러나, 도 11은 단계 1104에서 도 9 및 도 10과 상이하다. 필수적으로, 도 9 및 도 10의 프로시저는 단계 1104에까지 도 11에서 수행된다. 특히, 단계 902에서 규정에 따라 최초 타일이 생성되며, 스크린 도트 핵 위치는 단계 904에서 선택적으로 최적화되며, 스크린 도트 성장 백터가 단계 906에서 생성된다. 주목할 것은 최적화 단계 904는 특히 스크린 도트 핵 위치가 단계 1102에 의해 제공되는 경우에 선택적이다. 이러한 상황에서, 단계 1102에 의해 제공된 스크린 도트 핵 위치가 최적화될 수 있다.
- <85> 단계 1104에서, 인접한 플레인들에 걸쳐 도트 핵 위치와 도트 주파수가 변경되지 않거나 실질적으로 변경되지 않는 하프톤 스크린 내의 인접 플레인들만이 도 10의 단계 908과 관련하여 전술한 것과 유사하게 생성된다. 가령, 동일하거나 실질적으로 동일한 위치에서 유지되며 일정한 수의 스크린 도트를 갖는 스크린 도트 핵을 갖는 제 1 플레인들(가령, 세트 1)이 1104에서 생성된다. 만약 하프톤 스크린이 제 1 플레인들과는 상이한 주파수의 스크린 도트 또는 상이한 스크린 도트 핵 위치 또는 이를 모두를 갖는 제 2 인접 플레인들(가령, 세트 2)을 포함한다면, 제 2 플레인들에 대해 단계 902 내지 1104가 반복된다. 이러한 상황에서, 단계 1102에서, 제 2 플레인들에 대한 형태, 사이즈, 각도 θ, 주파수가 알려질 수 있다. 또한, 제 2 플레인들에 대한 핵 위치가 단계 1102에서 알려질 수 있으며, 단계 902대로 입력되며, 그 결과, 단계 902는 스크린 도트 핵 위치를 랜덤하게 생성할 필요가 없다. 가령, 하프톤 스크린이 AM 스크린에서와 같이 규칙적으로 패터닝된 스크린 도트를 갖는 플레인들의 세그먼트를 갖는다면, 스크린 도트의 위치들은 단계 902에서 알려진 위치로서 입력될 수 있으며, 그에 따라 스크린 도트에 대한 새로운 위치를 랜덤하게 생성할 필요를 없앤다. 단계 902에서 스크린 도트 위치가 알려지든 생성되든 상관없이, 단계 902의 출력은 여전히 최초로 생성된 타일이 되며, 그 도트 중심은 단계 904에서 최적화될 수 있다. 그러한 스크린 도트는 단계 906에서 그를 위해 생성된 성장 백터를 가지며 제 2 플레인들은 세트 2(1110)로 도시된 바와 같이 단계 1104에서 생성된다. 각각의 세트의 플레인이 단계 902, 904, 906, 1104 및 1102의 반복을 통해 생성된 후, 단계 1106에서 플레인 세트가 단일 스크린으로 통합된다. 단계 1106 이후에, 전체 하프톤 스크린이 도 9 및 도 10과 관련하여 전술한 바와 같이 단계 912에서 생성된다.
- <86> 주목할 것은 단계 1104에서 스크린 도트 성장 백터에 따라 하프톤 스크린의 플레인의 서브세트가 생성될 때, 그 플레인은 그와 연관된 리핑 픽셀 강도 레벨에 상응하는 양의 스크린 도트 사이즈를 갖도록 생성된다는 것이다. 가령, 단계 1104에서 플레인 세트가 가령 128과 255 사이의 강도 레벨 사이에서 생성된다면, 단계 1104에서 그 플레인 세트 내에서 생성된 제 1 플레인(즉, 플레인 레벨 128)은 128의 입력 리핑 픽셀의 강도 레벨에 적합한 스크린 도트 사이즈를 가질 것이다. 환언하면, 단계 1104에서 플레인 세트에 대해 생성된 최초 플레인은 그 도트 성장 백터에 따라 사이즈를 그 최대 주행 거리의 50%의 거리만큼 증가시킨 스크린 도트를 나타낼 것이다. 이 처리 기법은 제 2 플레인 세트가 127 및 그 미만의 리핑 픽셀 강도 레벨을 포함하는 플레인 세트와 심리스

하게(seamlessly) 통합될 수 있게 한다.

<87> 이 시점까지의 기술은 본 발명의 여러 실시예에 따른 단일 색분리의 3D 하프톤 스크린의 구조 및 형성과 관련되었다. 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 하프톤 스크린의 주파수 변동을 기술한다. 환연하면, 도 13은 본 발명의 실시예에 따라 생성된 3D 하프톤 스크린이 본 발명의 실시예에 따른 다른 색분리를 위해 생성된 다른 3 차원 하프톤 스크린과 관련한 특정 주파수를 가져야한다는 것을 도시한다. 특히, 본 발명의 실시예에 의하면, 스크린 세트의 3D 하프톤 스크린이 바람직하게도 그 세트 내의 임의의 다른 스크린과 비교할 때 주파수에서 인치당 적어도 10 라인(10 lpi)만큼 떨어져 있다. 바람직하게도, 수개의 색분리를 위한 스크린 세트는 20 lpi보다 더 크게 떨어져 있다. 가령, 4개의 스크린, 즉 시안을 위한 스크린, 마젠타를 위한 스크린, 옐로우를 위한 스크린, 블랙을 위한 스크린이 생성된다면, 두개의 스크린이 주파수에서 10 lpi보다 더 가까워서는 안되고 바람직하게는 20 lpi보다 더 가까워서는 안된다. 이러한 배열의 이점은 스크린 도트 핵이 상이한 색분리들 사이에서 균일하게 분포되는 것을 보장한다는 것이다. 그렇지 않으면, 스크린 도트 핵 간의 비균일한 상호 작용으로 인해 이미지 아티팩트가 야기된다.

<88> 본 발명의 실시예들은 단지 본 발명을 예시하는 것이며 본 발명의 영역 내에서 당업자에 의해 변형 실시예가 가능하다는 것을 이해해야 한다. 가령, 본 명세서는 3D 하프톤 스크린의 구조를 공통으로 기술하고 있다. 그러나, 그러한 구조가 데이터로서 혹은 컴퓨터 액세스 가능한 메모리로서 제공되는 방법이 본 발명에 대한 실체는 아니다. 당업자는 그 구조를 제공하는 임의의 방식이 프로세서에 의해 판독가능한 데이터로서 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 본 발명이 8-비트 프린터의 문맥으로 공통 기술되고 있지만 당업자는 본 발명이 임의의 비트 수를 프린팅하는 멀티레벨 프린터에 적용될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 그러한 모든 변형은 첨부된 청구범위 및 그 등가물의 영역 내에 포함된다는 것으로 의도된다.

<89> 부품 리스트

<90>	A; 타일	B; 주파수 분포
<91>	C; 타일	D; 주파수 분포
<92>	F; 주파수	F2; 주파수
<93>	G; 스크린	H; 스크린
<94>	V; 방향	2V; 벡터
<95>	0-255; 플레이인 레벨	102; 입력 소스
<96>	104; 입력 소스	106; 입력 소스
<97>	108; 캡처 장치	110; 캡처 장치
<98>	112; 캡처 장치	114; 데이터 파일
<99>	116; 프린팅 장치	118; 프린팅 장치
<100>	120; 프린팅 장치	122; RIP
<101>	124; CMYK 데이터	126; 단일 리핑 팩셀
<102>	128; RTP 데이터	130; 하프톤 프로세스
<103>	132; 하프톤 프로세스	134; RTP 데이터
<104>	140; 패터닝된 도트 하프토닝	141; 8-비트 강도값
<105>	142; RTP 데이터	144; 패턴
<106>	146; 하프톤 셀	148; 멀티레벨 하프톤 프로세스
<107>	150; RTP 데이터	152; 노출 도트
<108>	201-207; 플레이인 레벨 영역	501; 하프톤 스크린
<109>	502; 스크린 도트	503; 노출 도트

<110>	504; RTP 데이터	505; 디지털 컨톤 데이터
<111>	507; 노출 강도값	510; AM 스크린
<112>	511; FM 스크린	600; 하프톤 처리 시스템
<113>	602; 멀티레벨 하프톤 처리 시스템	
<114>	604; 데이터 저장 시스템	606; 리핑 핵셀 데이터
<115>	608; 노출 도트 강도값	610; 3D 하프톤 스크린
<116>	702; X 축	704; Y 축
<117>	706; Z 축	708; 스크린 도트
<118>	710; 스크린 도트	714; 기준 번호
<119>	716; 스크린 도트	718; 노출 도트 단면
<120>	720; 스크린 도트 핵	722; 주변 영역
<121>	724; 기준 번호	730; 스크린 도트
<122>	750; 홀	752; 노출 도트
<123>	802; 행	900; 방법
<124>	902, 904, 904a, 904b, 906a, 908, 910, 912, 914; 단계	
<125>	1002; 고해상도 도트	1004; 단계
<126>	1010; 고해상도 핵셀	1012; 단일 노출 도트
<127>	1014; 출력 하프톤 스크린	
<128>	1102, 1104, 1106, 1108; 단계	
<129>	1110; 세트 2	1202; 플레이
<130>	1204; AM 스크린	1206; 플레이
<131>	1208; 미드톤 영역	

도면의 간단한 설명

- <27> 도 1은 종래의 이미지 처리, 하프톤 및 프린팅 기법을 도시한다.
- <28> 도 2는 종래의 바이너리 프린팅을 도시한다.
- <29> 도 3은 종래의 멀티레벨 프린팅을 도시한다.
- <30> 도 4는 디지털 컨톤 데이터의 히스토그램 및 멀티레벨 하프톤 처리된 디지털 컨톤 데이터의 히스토그램을 도시한다.
- <31> 도 5a는 종래의 하프톤 프로세스를 도시한다.
- <32> 도 5b는 종래의 AM 하프톤 스크린 및 종래의 FM 하프톤 스크린을 도시한다.
- <33> 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 멀티레벨 하프톤 처리 시스템을 도시한다.
- <34> 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 멀티레벨 하프톤 스크린을 도시한다.
- <35> 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 도 7의 멀티레벨 하프톤 스크린의 플레이을 도시한다.
- <36> 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 멀티레벨 하프톤 스크린을 제조하는 프로세스의 제 1 부분을 도시한다.
- <37> 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 멀티레벨 하프톤 스크린을 제조하는 프로세스의 제 2 부분을 도시한다.
- <38> 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 멀티레벨 하프톤 스크린을 제조하는 다른 프로세스를 도시한다.

<39>

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 멀티레벨 하프톤 스크린을 도시한다.

<40>

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 멀티레벨 하프톤 스크린 세트의 주파수 스펙트럼을 도시한다.

<41>

도 14는 본 발명의 실시예에 따른 멀티레벨 하프톤 스크린에서의 홀 성장(hole growth)을 도시한다.

<42>

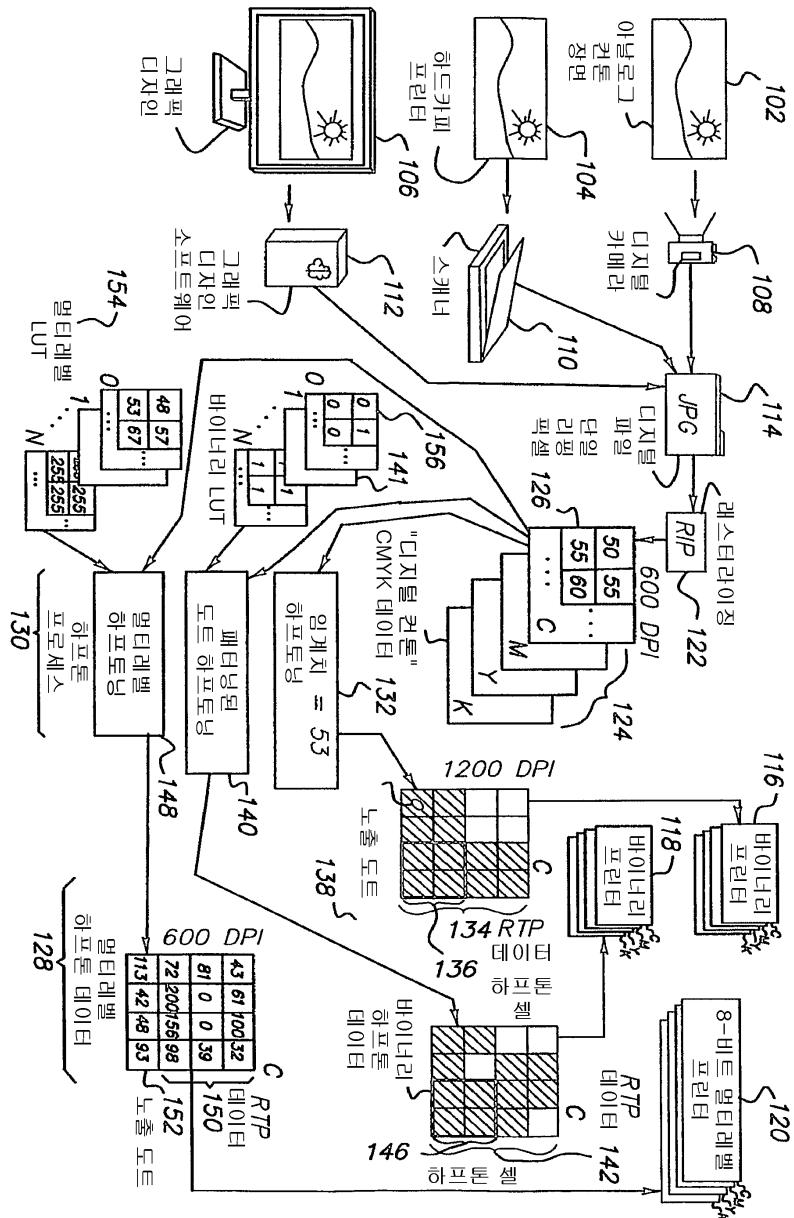
도 15는 본 발명의 실시예에 따른 스크린 도트 및 홀의 혼합을 도시한다.

<43>

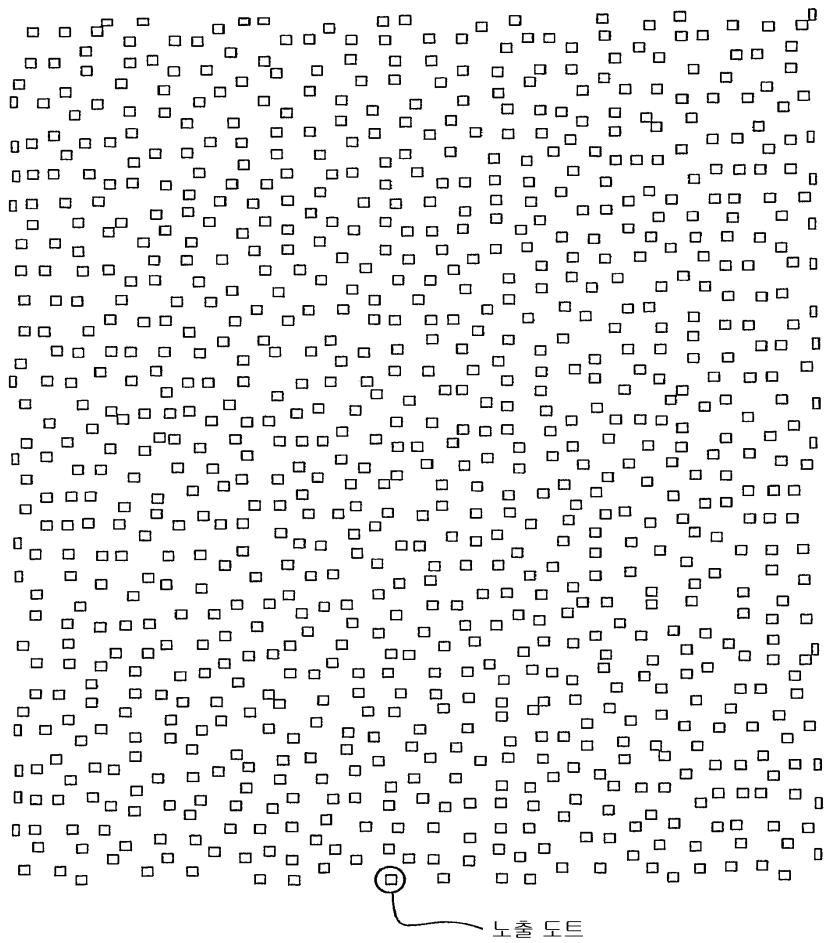
첨부된 도면은 본 발명의 개념을 예시할 목적이며 일정한 비율은 아닐 수 있음을 이해해야 한다.

도면

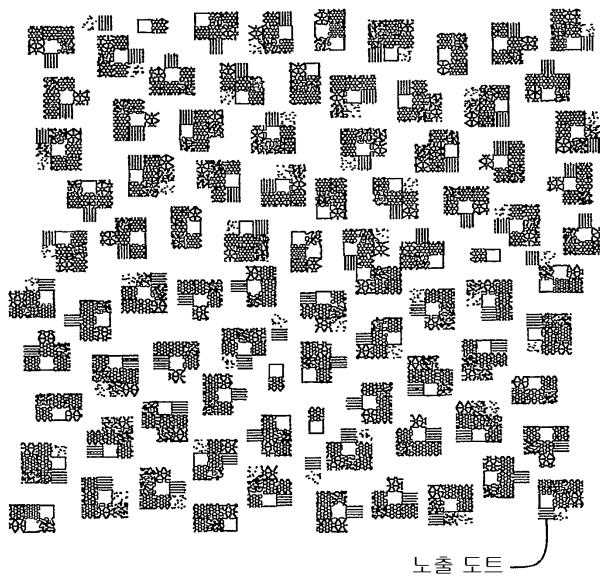
도면1



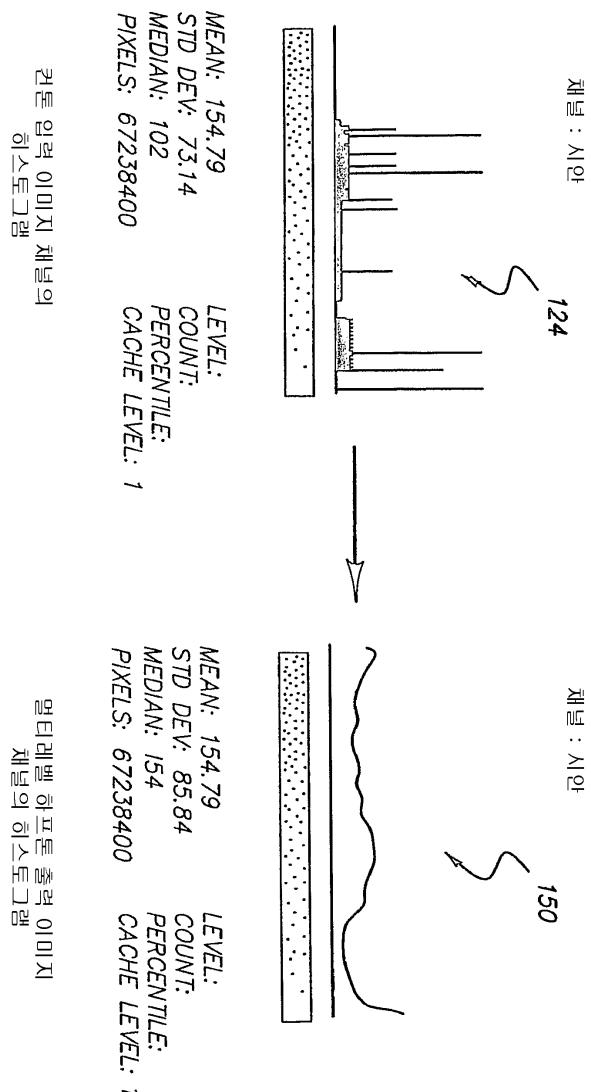
도면2



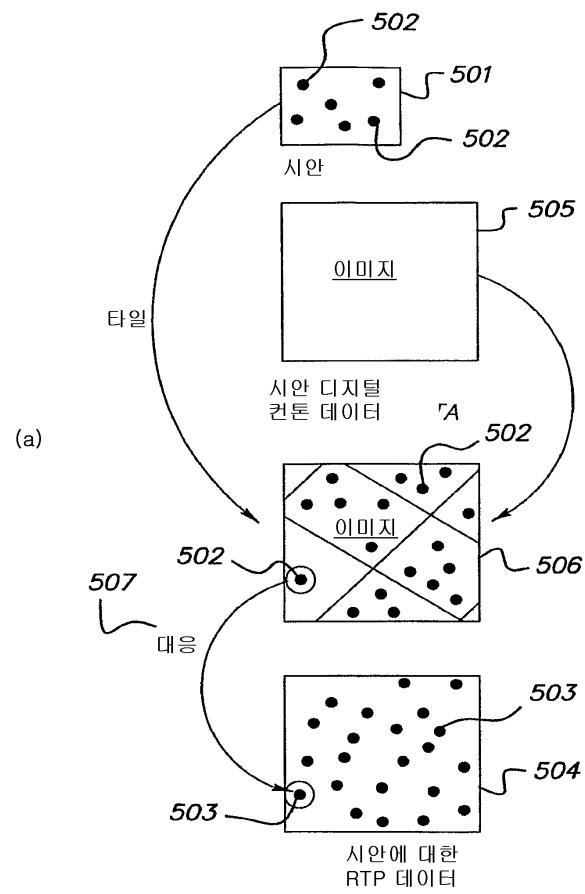
도면3



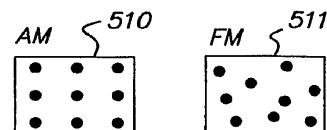
도면4



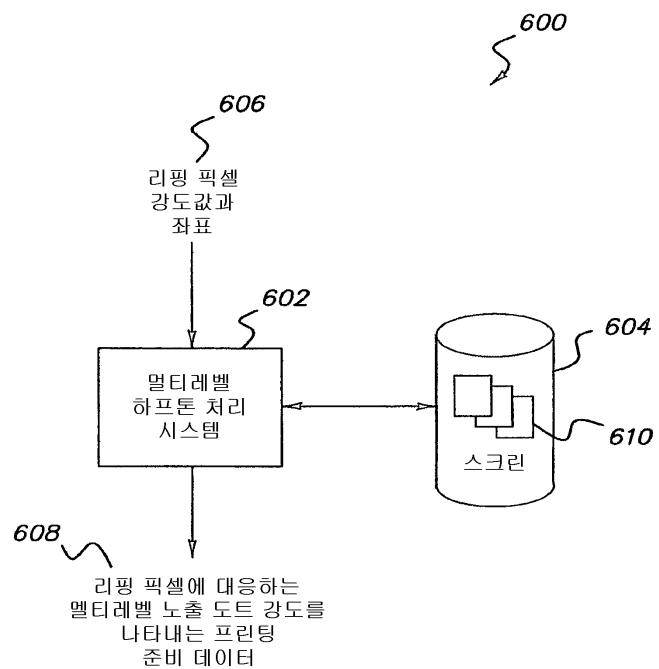
도면5



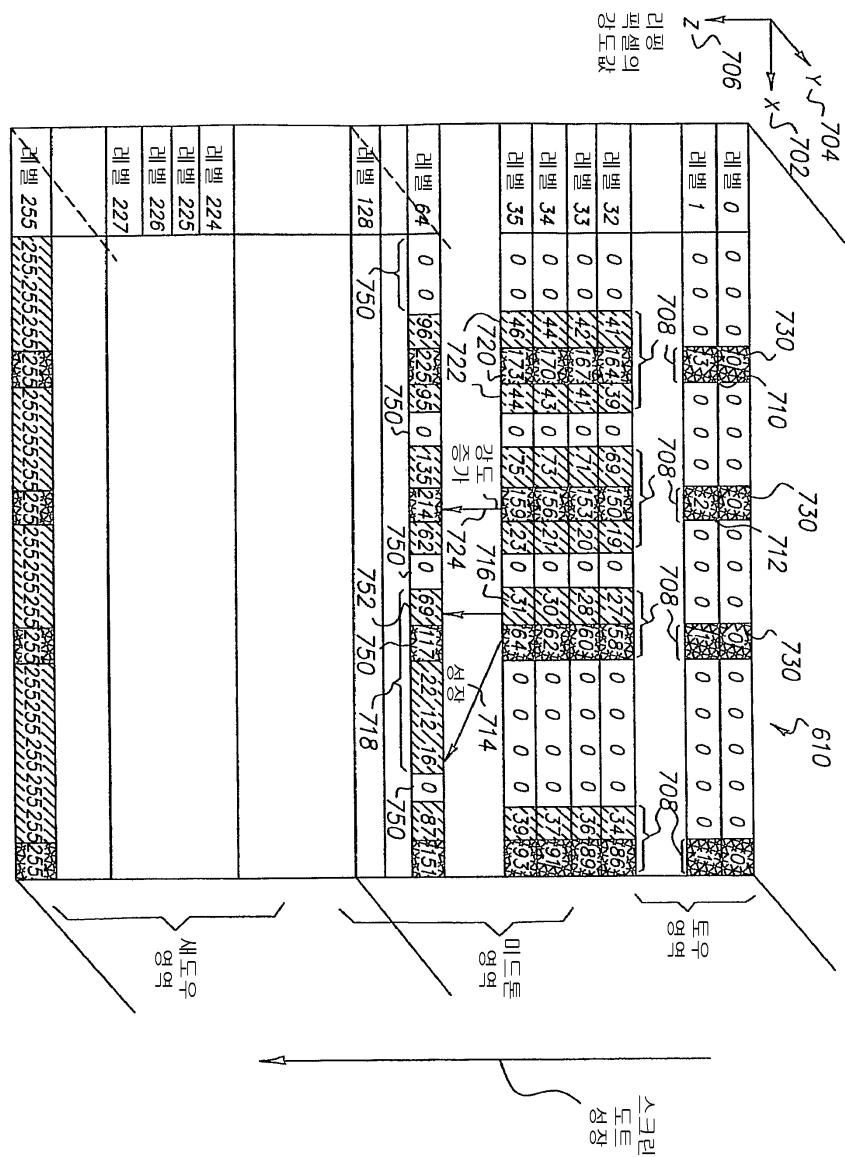
(b)



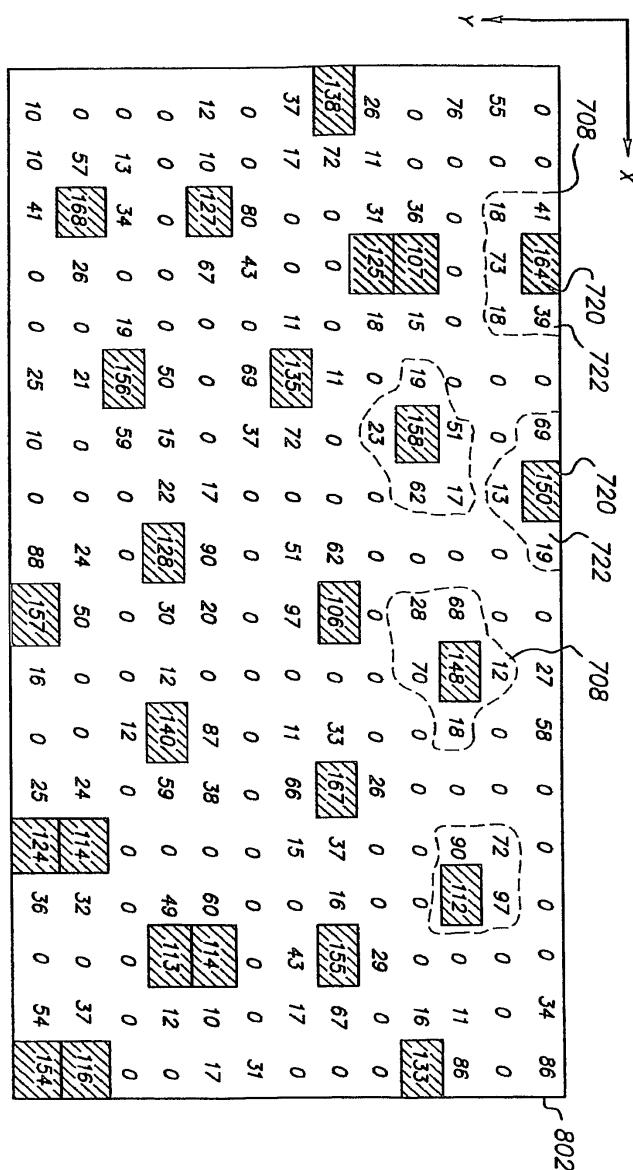
도면6



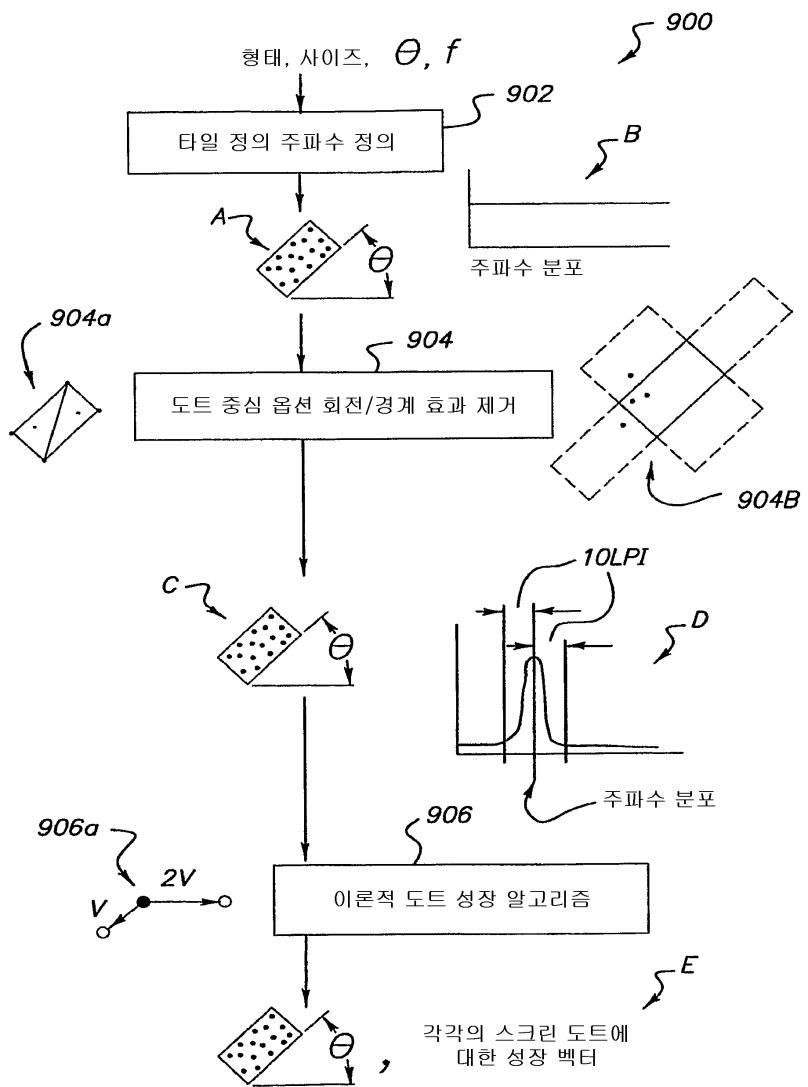
도면7



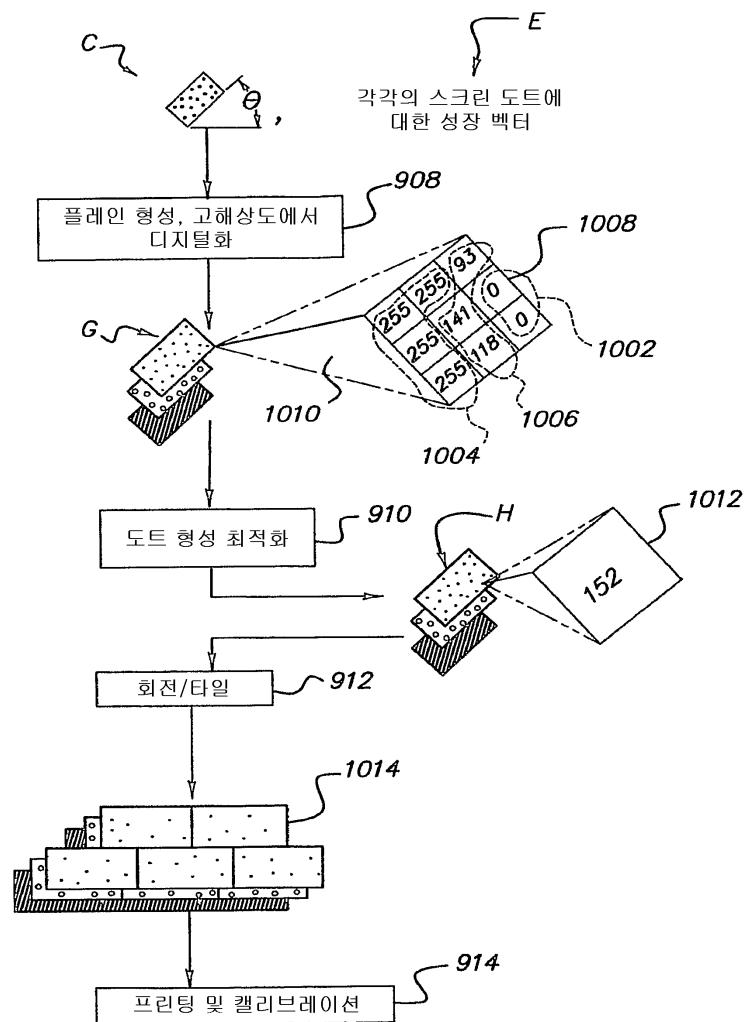
도면8



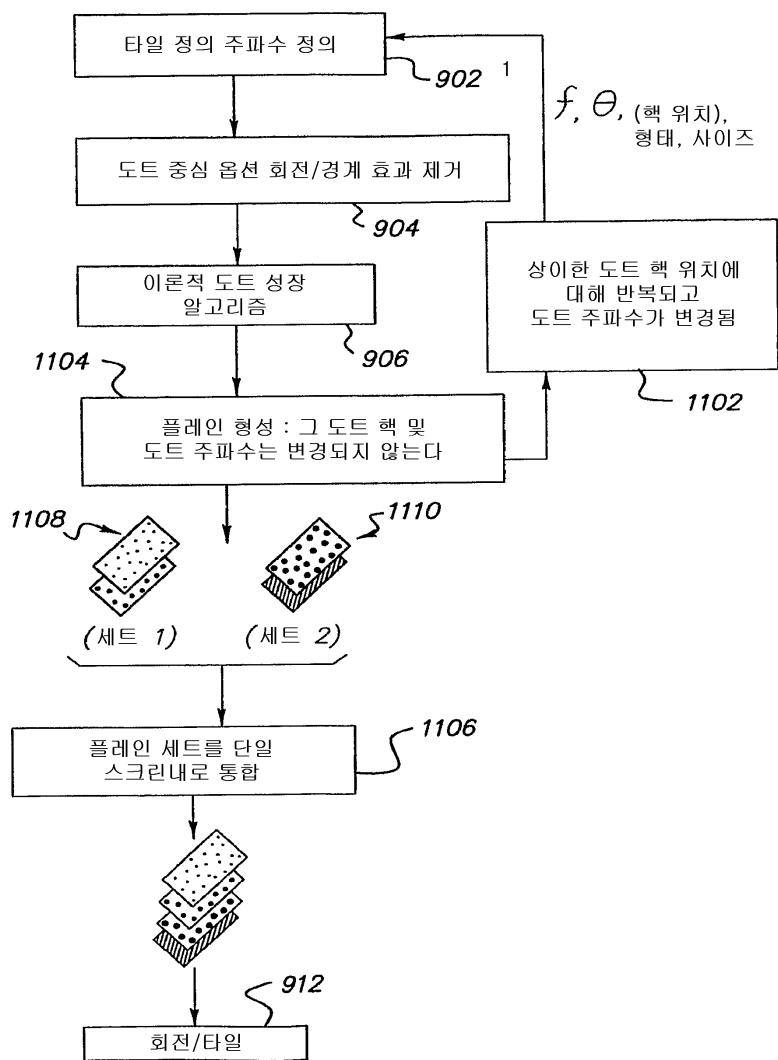
도면9



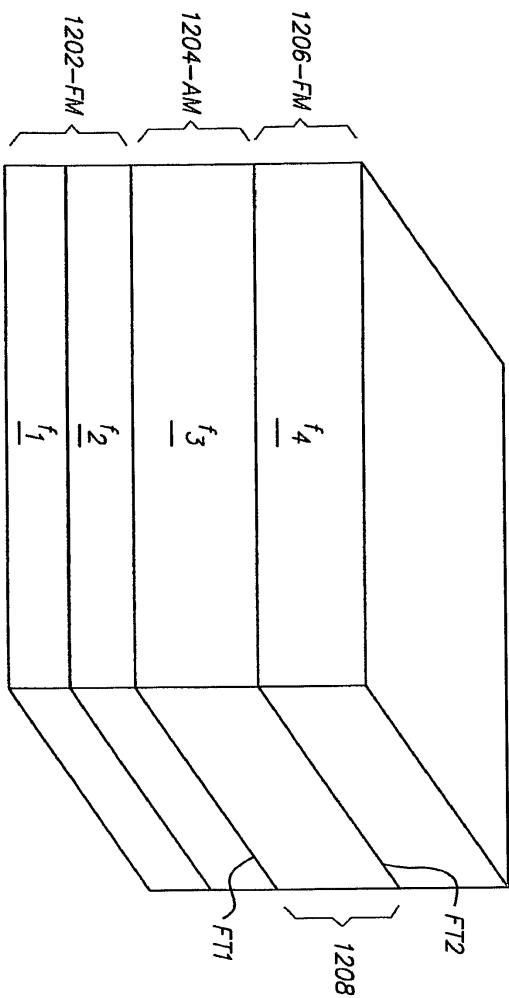
도면10



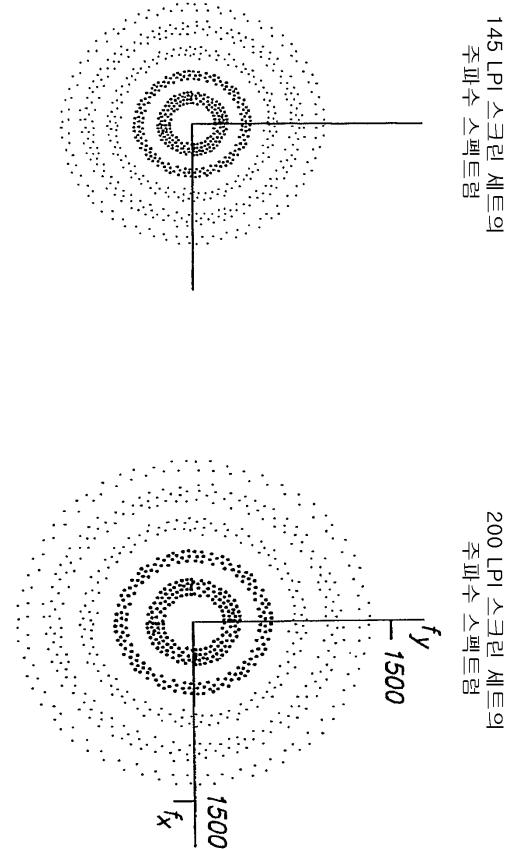
도면11



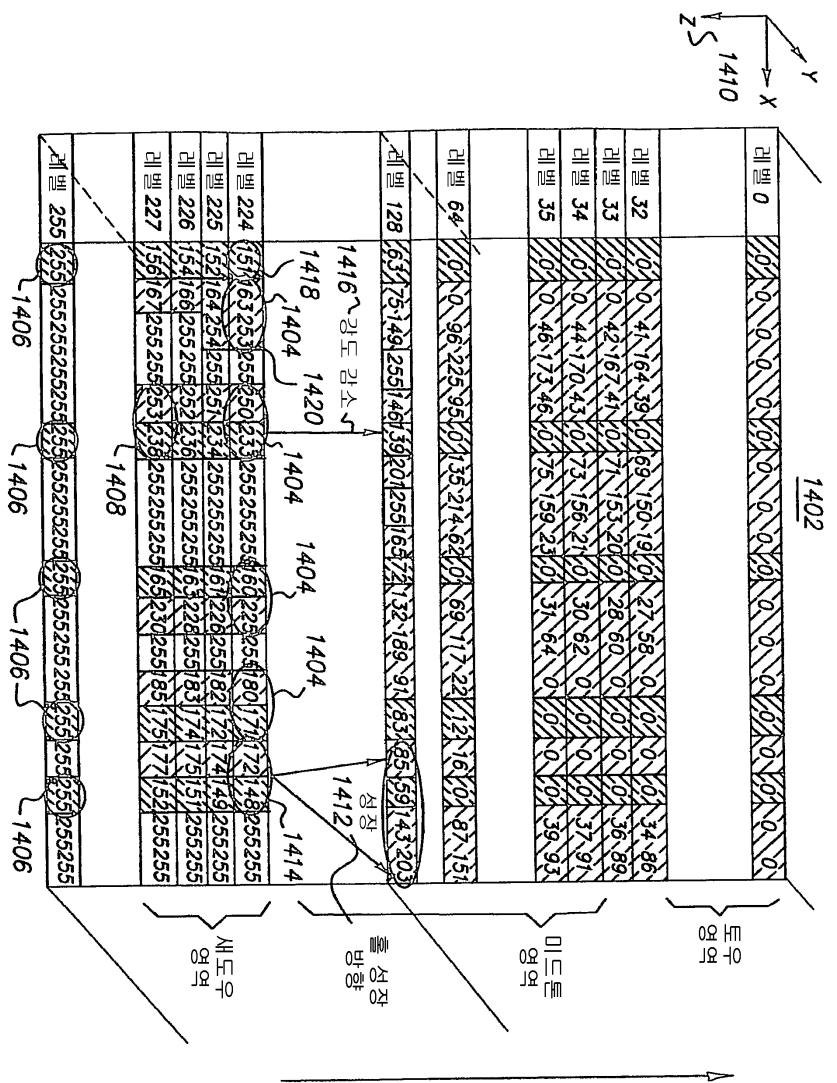
도면12



도면13



도면14



도면15

