



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0013955
(43) 공개일자 2019년02월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 25/075 (2006.01) H01L 21/677 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 25/0753 (2013.01)
H01L 21/67721 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7037850
(22) 출원일자(국제) 2017년06월15일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2018년12월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/037742
(87) 국제공개번호 WO 2018/005118
국제공개일자 2018년01월04일
(30) 우선권주장
62/356,431 2016년06월29일 미국(US)
15/270,763 2016년09월20일 미국(US)

(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
주, 밍웨이
미국 95132 캘리포니아주 산 호세 호스테터 로드
3185
가나파티아판, 시바파키아
미국 94022 캘리포니아주 로스 알토스 이스트 포
톨라 애비뉴 161
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 백만기

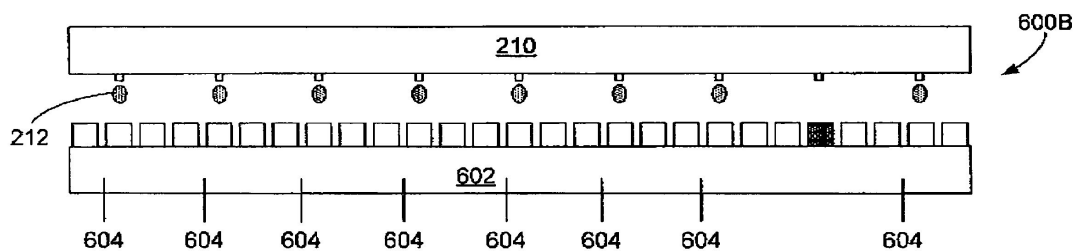
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 마이크로-디바이스들의 이송을 위한 시스템들 및 방법들

(57) 요약

기판 상에 마이크로-디바이스들을 위치시키기 위한 장치는 도너 기판 및 목적지 기판을 유지하기 위한 하나 이상의 지지체, 도너 기판 상의 마이크로-디바이스들 상에 접착제를 전달하기 위한 접착제 디스펜서, 마이크로-디바이스들을 도너 기판으로부터 목적지 기판에 이송하기 위한 이송 표면을 포함하는 이송 디바이스; 및 제어기를 포함한다. 제어기는 목적지 기판 상의 선택된 마이크로-디바이스들의 요구되는 간격에 기초하여 도너 기판 상의 선택된 마이크로-디바이스들 상에 접착제를 선택적으로 공급하도록 접착제 디스펜서를 동작시키도록 구성된다. 제어기는 선택된 마이크로-디바이스들이 이송 표면에 부착되도록 하기 위해 이송 표면이 도너 기판 상의 접착제에 맞물리게 한 다음, 이송 표면이 선택된 마이크로-디바이스들을 도너 기판으로부터 목적지 기판에 이송하게끔, 이송 디바이스를 동작시키도록 구성된다.

대표도



(72) 발명자

푸, 보이

미국 95131 캘리포니아주 산 호세 맥케이 드라이브
1164

웅, 호우 티.

미국 95008 캘리포니아주 캠벨 키스 드라이브 4068

파티만들라, 나그 비.

미국 94566 캘리포니아주 플레젠튼 비에라 스트리트
3951

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 마이크로-디바이스들을 위치시키기 위한 장치로서,

도너 기관(donor substrate) 및 목적지 기관을 유지하기 위한 하나 이상의 지지체;

상기 도너 기관 상의 마이크로-디바이스들 상에 접착제를 전달하기 위한 접착제 디스펜서;

상기 마이크로-디바이스들을 상기 도너 기관으로부터 상기 목적지 기관에 이송하기 위한 이송 표면을 포함하는 이송 디바이스; 및

제어기

를 포함하고, 상기 제어기는

상기 목적지 기관 상의 선택된 마이크로-디바이스들의 요구되는 간격에 기초하여 상기 도너 기관 상의 상기 선택된 마이크로-디바이스들 상에 상기 접착제를 선택적으로 공급(dispense)하기 위해 상기 접착제 디스펜서를 동작시키고,

상기 선택된 마이크로-디바이스들이 상기 이송 표면에 접착되도록 하기 위해 상기 이송 표면이 상기 도너 기관 상의 상기 접착제와 맞물리게(engage) 한 다음, 상기 이송 표면이 상기 선택된 마이크로-디바이스들을 상기 도너 기관으로부터 상기 목적지 기관에 이송하게끔, 상기 이송 디바이스를 동작시키도록

구성되는, 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어기는 상기 이송 표면이 제1 마이크로-디바이스들을 상기 목적지 기관에 이송한 다음, 제2 마이크로-디바이스들이 상기 제1 마이크로-디바이스들에 인접하게끔 상기 제2 마이크로-디바이스들을 상기 목적지 기관에 이송하도록 상기 이송 디바이스를 동작시키도록 구성되고, 상기 제1 마이크로-디바이스들 및 상기 제2 마이크로-디바이스들 둘 다는 상기 목적지 기관 상에 요구되는 간격을 갖는, 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제어기는 제1 도너 기관으로부터 상기 제1 마이크로-디바이스들을 이송하고, 제2 도너 기관으로부터 상기 제2 마이크로-디바이스들을 이송하기 위해 상기 이송 디바이스를 동작시키도록 구성되는, 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 도너 기관 상의 하나 이상의 결함있는 마이크로-디바이스를 검출하는 센서를 더 포함하고, 상기 제어기는 상기 접착제가 하나 이상의 고장난 마이크로-디바이스 상에 공급되지 않고 상기 선택된 마이크로-디바이스들은 상기 하나 이상의 고장난 마이크로-디바이스를 포함하지 않도록 상기 접착제를 선택적으로 공급하도록 구성되는, 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 센서는 상기 도너 기관 상의 상기 마이크로-디바이스들을 광학적으로 여기(optically excite)하도록 구성된 회로, 및 상기 도너 기관 상의 상기 마이크로-디바이스들에 의해 방출된 광을 검출하기 위한 광학 검출기를 포함하는, 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 이송 표면은 상기 선택된 마이크로-디바이스들을 수용하기 위한 신장가능한 필름(stretchable film)을 포함하고, 상기 제어기는 상기 이송 표면이 상기 선택된 마이크로-디바이스들을 상기 목

적지 기관에 이송할 때 상기 선택된 마이크로-디바이스들이 상기 요구되는 간격을 갖도록, 상기 액추에이터가 상기 필름을 신장시키게 하도록 구성되는, 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 이송 디바이스는 상기 도너 기관으로부터 상기 선택된 마이크로-디바이스들을 수용하기 위한 롤러를 포함하는, 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 이송 표면은 상기 도너 기관으로부터 상기 선택된 마이크로-디바이스들을 수용하기 위한 평면 표면을 포함하는, 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 이송 디바이스는 상기 이송 표면이 상기 선택된 마이크로-디바이스들을 상기 목적지 기관에 이송할 때 상기 이송 표면을 가열하기 위한 가열 요소를 포함하는, 장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 이송 디바이스를 동작시키기 전에, 선택적으로 공급된 접착제를 경화시키기 위해 복사 패턴(pattern of radiation)을 방출하는 복사 방출기(radiation emitter)를 더 포함하는, 장치.

청구항 11

마이크로-디바이스들을 목적지 기관에 이송하는 방법으로서,

상기 목적지 기관 상의 선택된 마이크로-디바이스들의 요구되는 간격에 기초하여 도너 기관 상의 상기 선택된 마이크로-디바이스들 상에 접착제를 선택적으로 공급하는 단계;

상기 선택된 마이크로-디바이스들이 상기 이송 표면에 접착되도록 하기 위해, 상기 도너 기관 상의 상기 접착제가 상기 이송 표면과 맞물리게 하는 단계; 및

상기 이송 표면을 사용하여, 그리고 상기 목적지 기관 상의 상기 선택된 마이크로-디바이스들의 상기 요구되는 간격에 따라, 상기 선택된 마이크로-디바이스들 각각을 상기 도너 기관으로부터 상기 목적지 기관에 이송하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 마이크로-디바이스들은 발광 다이오드들을 포함하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 도너 기관 상의 상기 발광 다이오드들을 광학적으로 여기시키고, 상기 도너 기관 상의 하나 이상의 결함있는 마이크로-디바이스를 검출하는 단계; 및

접착제가 상기 하나 이상의 결함있는 마이크로-디바이스 상에 공급되지 않고 상기 선택된 마이크로-디바이스들이 상기 하나 이상의 결함있는 마이크로-디바이스를 포함하지 않도록, 상기 접착제를 선택적으로 공급하는 단계

를 더 포함하는, 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 하나 이상의 결함있는 마이크로-디바이스의 위치에 기초하여 하나 이상의 마이크로-디바이스를 상기 이송 표면에 이송하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 이송 표면이 상기 선택된 마이크로-디바이스들을 상기 목적지 기관에 이송할 때 상기 선

택된 마이크로-디바이스들이 상기 요구되는 간격을 갖게 하기 위해, 상기 이송 표면을 신장시키는 단계를 더 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용은 도너 기판(donor substrate)으로부터 목적지 기판으로의 마이크로-디바이스들의 이송에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다양한 제품들은 기판 상의 개별 디바이스들의 어레이를 포함하며, 그 디바이스들은 기판 상의 회로에 의해 어드레스가능하거나 제어가능하다. 예를 들어, 일부 디스플레이 스크린들은 개별적으로 제어가능한 픽셀들의 어레이를 포함한다. 발광 다이오드(LED) 패널들의 경우, 이러한 개별 픽셀들은 독립적으로 제어가능한 LED들일 수 있다. LED 패널들은 컴퓨터들, 터치 패널 디바이스들, 개인 휴대 정보 단말기들(PDA), 셀 폰들, 텔레비전 모니터들, 및 그와 유사한 것과 같은 디스플레이 스크린들에 일반적으로 사용된다.

[0003] 일반적으로, 마이크로-디바이스들은 퇴적, 리소그래피, 및 에칭과 같은 일련의 미세 가공 기술들(microfabrication techniques)을 사용하여 일련의 층들을 퇴적하고 패터닝하여 제조될 수 있다. 개별 마이크로-디바이스들의 어레이를 포함하는 디바이스를 제조하기 위한 한가지 접근법은 제품의 일부를 형성할 기판 상에 개별 마이크로-디바이스들을 직접 제조하는 것이다. 이 기술은 예를 들어 제품의 일부를 형성할 기판 상에 개별 마이크로-디바이스들을 제조하기 위해 사용되어 왔다. 이러한 기술은 예를 들어 액티브 매트릭스 액정 디스플레이(LCD)의 TFT 패널 및 컬러 필터 패널들을 제조하기 위해 사용되어 왔다. 그러나, LED 패널들에서는 곡선형 또는 굴절형 디스플레이로 제조하기가 어렵다.

[0004] 개별 마이크로-디바이스들의 어레이를 포함하는 디바이스를 제조하기 위한 대안적인 접근법은 개별 기판 상에 총괄하여 마이크로-디바이스들을 제조한 다음, 마이크로-디바이스들을 제품의 일부를 형성할 기판에 이송(transfer)하는 것이다.

발명의 내용

[0005] 일 양태에서, 기판 상에 마이크로-디바이스들을 위치시키기 위한 장치는 도너 기판(donor substrate) 및 목적지 기판을 유지하기 위한 하나 이상의 지지체, 도너 기판 상의 마이크로-디바이스들 상에 접착제를 전달하기 위한 접착제 디스펜서, 마이크로-디바이스들을 도너 기판으로부터 목적지 기판에 이송하기 위한 이송 표면을 포함하는 이송 디바이스; 및 제어기를 포함한다. 제어기는 목적지 기판 상의 선택된 마이크로-디바이스들의 요구되는 간격에 기초하여 도너 기판 상의 선택된 마이크로-디바이스들 상에 접착제를 선택적으로 공급하도록 접착제 디스펜서를 동작시키도록 구성된다. 제어기는 선택된 마이크로-디바이스들이 이송 표면에 접촉되도록 하기 위해 이송 표면이 도너 기판 상의 접착제에 맞물리게(engage) 한 다음, 이송 표면이 선택된 마이크로-디바이스들을 도너 기판으로부터 목적지 기판에 이송하게끔, 이송 디바이스를 동작시키도록 구성된다.

[0006] 다른 양태에서, 마이크로-디바이스들을 목적지 기판에 이송하는 방법은 목적지 기판 상의 선택된 마이크로-디바이스들의 요구되는 간격에 기초하여 도너 기판 상의 선택된 마이크로-디바이스들 상에 접착제를 선택적으로 공급하는 단계; 및 선택된 마이크로-디바이스들이 이송 표면에 접촉되도록 하기 위해, 도너 기판 상의 접착제가 이송 표면과 맞물리게 하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 이송 표면을 사용하여, 그리고 목적지 기판 상의 선택된 마이크로-디바이스들의 요구되는 간격에 따라, 선택된 마이크로-디바이스들 각각을 도너 기판으로부터 목적지 기판에 이송하는 단계를 포함한다.

[0007] 일부 구현예들에서, 제어기는 이송 표면이 제1 마이크로-디바이스들을 목적지 기판에 이송한 다음, 제2 마이크로-디바이스들이 제1 마이크로-디바이스들에 인접하도록 제2 마이크로-디바이스들을 목적지 기판에 이송하기 위해 이송 디바이스를 동작시키도록 구성된다. 예를 들어, 제1 마이크로-디바이스들 및 제2 마이크로-디바이스들 둘 다 목적지 기판 상에서 요구되는 간격을 갖는다. 일부 경우들에서, 제어기는 제1 도너 기판으로부터 제1 마이크로-디바이스들을 이송하고, 제2 도너 기판으로부터 제2 마이크로-디바이스들을 이송하기 위해 이송 디바이스를 동작시키도록 구성된다.

[0008] 일부 구현예들에서, 이송 디바이스는 제1 이송 디바이스이다. 장치는, 예를 들어, 적어도 하나의 추가의 마이

크로-디바이스를 제1 이송 디바이스의 이송 표면 또는 목적지 기관에 이송하기 위한 제2 이송 표면을 포함하는 제2 이송 디바이스를 더 포함한다. 일부 경우들에서, 제2 이송 디바이스는 한 번에 단일 마이크로-디바이스를 수용 표면에 이송하도록 구성된다. 수용 표면은, 예를 들어 (i) 제1 이송 디바이스의 이송 표면, 또는 (ii) 목적지 기관의 표면이다. 대안적으로 또는 추가적으로, 제어기는 제2 이송 디바이스의 이송 표면이 도너 기관으로부터 수용 표면으로 단일 마이크로-디바이스를 이송하여, 수용 표면 상의 선택된 마이크로-디바이스들 사이의 갭을 단일 마이크로-디바이스로 채우고, 그에 의해 수용 표면 상에서 선택된 마이크로-디바이스들의 요구되는 배열을 달성하도록, 제2 이송 디바이스를 동작시키도록 구성된다. 대안적으로 또는 추가적으로, 제어기는 선택된 마이크로-디바이스들이 수용 표면에 접촉된 후에 접착제를 수용 표면에 공급하기 위해 접착제 디스펜서를 동작시키도록 구성된다. 제어기는 예를 들어 제2 이송 디바이스의 이송 표면이 단일 마이크로-디바이스를 수용 표면에 이송할 때, 제2 이송 디바이스의 이송 표면이 단일 마이크로-디바이스를 제2 공급 접착제에 맞물리게 하게끔 제2 이송 디바이스를 동작시키도록 구성된다.

- [0009] 일부 경우들에서, 제2 이송 디바이스는 복수의 마이크로-디바이스를 목적지 기관에 이송하도록 구성된다. 일부 경우들에서, 이송 표면은 평면 표면이다. 일부 경우들에서, 제2 이송 디바이스는 제2 이송 표면을 갖는 롤러를 포함한다.
- [0010] 일부 구현예들에서, 장치는 도너 기관 상의 하나 이상의 결합있는 마이크로-디바이스를 검출하는 센서를 더 포함한다. 예를 들어, 제어기는 접착제가 하나 이상의 고장난 마이크로-디바이스 상에 공급되지 않고, 선택된 마이크로-디바이스들이 하나 이상의 고장난 마이크로-디바이스를 포함하지 않도록 접착제를 선택적으로 공급하도록 구성된다.
- [0011] 일부 경우들에서, 센서는 도너 기관 상의 마이크로-디바이스들을 광학적으로 여기(optically excite)하도록 구성된 회로, 및 도너 기관 상의 마이크로-디바이스들에 의해 방출된 광을 검출하기 위한 광학 검출기를 포함한다.
- [0012] 일부 경우들에서, 이송 디바이스는 제1 이송 디바이스이다. 장치는 예를 들어 한 번에 단일 마이크로-디바이스를 제1 이송 디바이스의 이송 표면에 이송하거나 마이크로-디바이스들을 목적지 기관에 이송하는 제2 이송 표면을 포함하는 제2 이송 디바이스를 더 포함한다. 제어기는 예를 들어 선택된 마이크로-디바이스들이 제1 이송 디바이스의 이송 표면에 접촉되도록 하기 위해 제1 이송 디바이스의 이송 표면이 도너 기관 상의 접착제에 맞물리게 하게끔 제1 이송 디바이스를 동작시키도록 구성된다. 제어기는 예를 들어 하나 이상의 결합있는 마이크로-디바이스의 위치에 기초하여 제2 이송 디바이스의 제2 이송 표면이 하나 이상의 마이크로-디바이스를 제1 이송 디바이스의 이송 표면에 이송하도록 제2 이송 디바이스를 동작시키도록 구성된다.
- [0013] 일부 구현예들에서, 이송 표면은 선택된 마이크로-디바이스들을 수용하기 위한 신장가능한 필름(stretchable film)을 포함한다. 일부 경우들에서, 장치는 신장 필름에 결합된 액추에이터를 더 포함한다. 제어기는 예를 들어 이송 표면이 선택된 마이크로-디바이스들을 목적지 기관에 이송할 때 선택된 마이크로-디바이스들이 요구되는 간격을 갖도록, 액추에이터가 필름을 신장시키게 하도록 구성된다.
- [0014] 일부 구현예들에서, 이송 디바이스는 도너 기관으로부터 선택된 마이크로-디바이스들을 수용하기 위한 롤러를 포함한다.
- [0015] 일부 구현예들에서, 이송 표면은 도너 기관으로부터 선택된 마이크로-디바이스들을 수용하는 평면 표면을 포함한다.
- [0016] 일부 구현예들에서, 이송 디바이스는 이송 표면이 선택된 마이크로-디바이스들을 목적지 기관에 이송할 때 이송 표면을 가열하기 위한 가열 요소를 포함한다.
- [0017] 일부 구현예들에서, 장치는 도너 기관을 에칭함으로써 마이크로-디바이스들을 형성하는 에칭 디바이스를 포함한다.
- [0018] 일부 구현예들에서, 장치는 목적지 기관 상에 전극들을 형성하기 위한 포토리소그래피 모듈을 더 포함한다. 제어기는 예를 들어 선택된 마이크로-디바이스들을 목적지 기관에 전기적으로 연결하는 전극을 형성하기 위해 포토리소그래피 모듈을 동작시키도록 구성된다.
- [0019] 일부 구현예들에서, 장치는 이송 디바이스를 동작시키기 전에 선택적으로 공급된 접착제에서 경화하도록 복사 패턴을 방출하는 복사 방출기(radiation emitter)를 더 포함한다.
- [0020] 일부 구현예들에서, 마이크로-디바이스들은 발광 다이오드들을 포함한다. 일부 경우들에서, 방법은 도너 기관

상의 발광 다이오드들을 광학적으로 여기시키는 단계, 및 도너 기관 상의 하나 이상의 결합있는 마이크로-디바이스를 검출하는 단계를 더 포함한다. 예를 들어, 방법은 접착제가 하나 이상의 결합있는 마이크로-디바이스 상에 공급되지 않고, 선택된 마이크로-디바이스들이 하나 이상의 결합있는 마이크로-디바이스를 포함하지 않도록, 접착제를 선택적으로 공급하는 단계를 포함한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 방법은 하나 이상의 고정된 마이크로-디바이스의 위치에 기초하여, 하나 이상의 마이크로-디바이스를 이송 표면에 이송하는 단계를 더 포함한다.

[0021] 일부 구현예들에서, 마이크로-디바이스들은 제1 마이크로-디바이스들이다. 예를 들어, 방법은 제1 마이크로-디바이스들을 목적지 기관에 이송하는 단계를 더 포함한다. 방법은 예를 들어 제2 마이크로-디바이스들이 제1 마이크로-디바이스들에 인접하도록 목적지 기관에 제2 마이크로-디바이스들을 이송하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 제1 마이크로-디바이스들 및 제2 마이크로-디바이스들 둘 다는 목적지 기관 상에 요구되는 간격을 갖는다. 제1 마이크로-디바이스들은 예를 들어 제1 컬러의 광을 방출하도록 구성되고, 제2 마이크로-디바이스들은 제2 컬러의 광을 방출하도록 구성된다. 일부 경우들에서, 서로 인접한 선택된 제1 마이크로-디바이스 및 선택된 제2 마이크로-디바이스는 LED 디스플레이를 위한 디스플레이 픽셀을 정의한다.

[0022] 일부 구현예들에서, 방법은 이송 표면이 선택된 마이크로-디바이스들을 목적지 기관에 이송할 때 선택된 마이크로-디바이스들이 요구되는 간격을 갖도록 하기 위해 이송 표면을 신장시키는 단계를 더 포함한다.

[0023] 일부 구현예들에서, 도너 기관 상의 선택된 마이크로-디바이스들의 간격은 목적지 기관 상의 선택된 마이크로-디바이스들의 요구되는 간격에 대응한다.

[0024] 구현예들은 이하 및 본 명세서의 다른 곳에서 설명된 이점들 중 하나 이상을 임의로(optionally) 제공할 수 있다(그리고, 이에 국한되지는 않는다). 목적지 기관은 마이크로-디바이스들을 형성하기 위한 제조 프로세스들, 예를 들어 에칭 및 퇴적과 양립할 수 없는 재료로 형성될 수 있기 때문에, 마이크로-디바이스들을 제조한 다음 마이크로-디바이스들을 목적지 기관에 이송하는 것은 비용 효과적인 고성능의 디스플레이 패널들의 제조를 가능하게 할 수 있다. 또한, 도너 기관 상의 마이크로-디바이스들은 목적지 기관에 대해 요구되는 것보다 높은 공간 밀도로 구축될 수 있으며, 이에 의해 수율을 증가시키고 마이크로-디바이스들을 제조할 때 웨이퍼 공간을 절약한다. 많은 수의 마이크로-디바이스들이 도너 기관으로부터 목적지 기관으로 병렬로 이송될 수 있다. 마이크로-디바이스들의 목적지 기관으로의 이송은 높은 정밀도로 수행될 수 있고, 그에 의해 잠재적으로 수율을 증가시키고, 제조 시간 및 비용을 감소시킨다. 기능하는 마이크로-디바이스들만이 마이크로-디바이스 제품을 형성하는 데에 사용되도록, 검출기를 사용하여 도너 기관 상의 결합있는 마이크로-디바이스들이 식별되고 배제될 수 있다.

[0025] 본 명세서에서 설명된 주제의 하나 이상의 구현예의 세부 사항은 첨부 도면 및 이하의 설명에서 제시된다. 다른 잠재적인 특징들, 양태들 및 이점들은 상세한 설명, 도면 및 청구항들로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 마이크로-디바이스들을 갖는 도너 기관 및 마이크로-디바이스들을 갖는 목적지 기관의 개략도이다.

도 2a 내지 도 2c는 도너 기관으로부터 목적지 기관으로 마이크로-디바이스들을 이송하는 시스템의 예를 개략적으로 도시한다.

도 3은 마이크로-디바이스들을 이송하기 위한 시스템의 예의 블록도이다.

도 4는 마이크로-디바이스 상의 접착제의 측면도이다.

도 5는 제1 및 제2 이송 표면의 측면도이다.

도 6a 내지 도 6f는 도너 기관으로부터 목적지 기관으로 마이크로-디바이스들을 이송하는 프로세스를 수행하는 시스템의 측면도들이다

다양한 도면들에서 유사한 참조 번호들 및 명칭들은 유사한 요소들을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 소비자들이 요구하는 가격들로 디스플레이 디바이스들 및 다른 디바이스들을 계속 제공하기 위해서는, 대면적 기관들 또는 가요성 기관들과 같은 기관들 상에 마이크로-디바이스들을 정밀하고 비용 효과적으로 제공하기 위

한 새로운 장치들, 접근법들, 및 시스템들이 필요하다.

[0028] 위에서 언급된 바와 같이, 개별 마이크로-디바이스들의 어레이를 갖는 제품을 제조하는 프로세스는 도너 기관 상에 총괄하여 마이크로-디바이스들을 구축한 다음, 마이크로-디바이스들을 제품의 일부를 형성하는 목적지 기관에 이송하는 것을 포함한다. 제1 기관 상에 마이크로-디바이스들을 구축하는 한가지 이유는, 목적지 기관이 마이크로-디바이스들을 형성하기 위해 사용되는 제조 프로세스들, 예를 들어 에칭 및 퇴적과 양립할 수 없는 재료일 수 있다는 것이다. 다른 예들에서, 본 명세서에 설명된 제조 프로세스들은 비용 효과적인 고성능 디스플레이 패널들의 제조를 가능하게 할 수 있다. 제1 기관 상에 마이크로-디바이스들을 구축하는 또 다른 이유는 마이크로-디바이스들이 목적지 기관을 위해 사용되는 것보다 높은 공간 밀도로 제조될 수 있고, 그에 의해 마이크로-디바이스들을 구축할 때 수율을 증가시키고 웨이퍼 부지(wafer real estate)를 절약하며, 결과적으로 비용을 낮춘다는 것이다. 일부 경우들에서, 이 접근법은 속도가 느리고 부정확하며 비용이 많이 들 수 있는 "픽-앤드-플레이스(pick-and-place)" 방법들을 필요로 하는 낮은 수율로 인해 어려움을 겪는다. 그러므로, 마이크로-디바이스들의 어레이를 포함하는 제조 프로세스들 및 디바이스들을 개선할 필요가 있다.

[0029] 본 명세서에 설명된 바와 같이, 도너 기관으로부터 목적지 기관으로 마이크로-디바이스들을 이송하기 위해, 시스템은 도너 기관 상의 마이크로-디바이스들의 서브세트 상에 접착제를 선택적으로 공급하여, 마이크로-디바이스들의 서브세트가 목적지 기관에 이송될 때 마이크로-디바이스들의 서브세트의 간격을 제어한다. 접착제가 공급되는 마이크로-디바이스들의 서브세트는, 마이크로-디바이스들의 서브세트가 목적지 기관에 이송될 때, 마이크로-디바이스들의 서브세트의 간격이 요구되는 간격에 대응하도록 선택된다.

[0030] 도 1은 마이크로-디바이스들(104)의 어레이를 각각 갖는 도너 기관(100) 및 목적지 기관(102)을 도시한다. 마이크로-디바이스들(104)은 소규모 전자 디바이스들, 예를 들어 유기 LED(OLED), 마이크로-LED, 및 그와 유사한 것과 같은 발광 다이오드들(LED)이다. 마이크로-디바이스들(104)은 예를 들어 약 100 미크론의 최대 측방향 치수를 갖는 미크론 규모 디바이스들이다. 예를 들어, 디바이스들은 약 5 내지 50 미크론의 측방향 치수, 예컨대 5 내지 15 미크론, 15 내지 35 미크론, 35 내지 50 미크론, 및 다른 적절한 측방향 치수들을 가질 수 있다. 마이크로-디바이스들(104)은 동일할 수 있는데, 즉 동일한 치수들, 회로 패턴 및 층 구조일 수 있다.

[0031] 마이크로-디바이스들(104)은 도너 기관(100) 상에 직접 제조될 수 있거나, 마이크로-디바이스들(104)은 다른 기관, 예를 들어 디바이스 기관 상에 제조될 수 있으며, 그 다음 도너 기관(100)에 이송될 수 있다. 일부 예들에서, 디바이스 기관으로부터 도너 기관(100)으로의 마이크로-디바이스들(104)의 이송은 마이크로-디바이스들 사이의 간격을 변경시키지 않는다. 예를 들어, 마이크로-디바이스들은 디바이스 기관 상에 비교적 높은 밀도로 제조될 수 있고, 디바이스 기관은 각각의 마이크로-디바이스(104)가 도너 기관에 개별적으로 부착되도록 제거되거나 싱글레이트될 수 있다. 또한, 도 1은 도너 기관(100)의 면에 평행한 2개의 수직 방향으로 피치(PX1 및 PY1)를 갖는 규칙적인 직사각형 어레이 내의 마이크로-디바이스들(104)을 도시하지만, 다른 어레이 구성들, 예를 들면, 엇갈린 행들(staggered rows)이 가능하다.

[0032] 도너 기관(100) 상의 마이크로-디바이스들(104)은 수평 피치(PX1) 및 수직 피치(PY1)를 갖는다. 마이크로-디바이스들(104)의 서브세트(106)[도 1에서 점선 예지들로 보여진 마이크로-디바이스들(104)]는 마이크로-디바이스들(104)이 목적지 기관(102)의 면에 평행한 2개의 수직 방향으로 제1 간격(SX) 및 제2 간격(SY)을 갖는 초기 구성을 갖는다. 마이크로-디바이스들(104)의 서브세트(106)가 목적지 기관(102)에 이송될 때, 목적지 기관(102) 상의 마이크로-디바이스들(104)의 서브세트(106)는 마이크로-디바이스들(104)이 목적지 기관(102)의 면에 평행한 2개의 수직 방향으로 피치(PX2 및 PY2)를 갖는 최종 구성을 갖는다. 피치(PX2) 및 피치(PY2)는 예를 들어 제조될 마이크로-디바이스 제품 상의 마이크로-디바이스들(104)을 위한 요구되는 피치들에 대응한다.

[0033] 수평 간격(SX) 및 수직 간격(SY)이 각각 피치(PX2) 및 피치(PY2)에 대응하도록 선택되는 경우, 도너 기관(100) 상의 서브세트(106) 내의 마이크로-디바이스들(104) 사이의 간격은, 서브세트(106)가 목적지 기관(102)에 이송되기 전에 추가로 변경될 필요가 없다. 그러한 경우, 초기 구성은 최종 구성과 일치한다.

[0034] 일부 구현예들에서, 최종 수평 간격 및 최종 수직 간격이 목적지 기관(102) 상의 요구되는 피치(PX2 및 PY2)와 각각 일치하도록, 마이크로-디바이스들(104)의 서브세트(106)는 목적지 기관(102)에 이송되기 전에 초기 간격(SX 및/또는 SY)을 증가 또는 감소시키도록 조작될 수 있다. 그러한 경우에서, 초기 구성은 최종 구성과 일치하지 않을 수 있지만, 마이크로-디바이스들(104)의 서브세트(106)가 목적지 기관(102)에 이송되기 전에 최종 구성을 달성하도록 변형될 수 있다. 초기 구성을 위한 간격(SX, SY)은 최종 구성을 갖는 서브세트(106)가 목적지 기관(102)에 이송되기 전의 초기 간격(SX, SY)의 변경의 크기를 감소시키도록 선택될 수 있다.

- [0035] 또한, 도 2a, 도 2b, 도 2c, 및 도 3은 이송 디바이스(208)(도 2b)를 사용하여 마이크로-디바이스들(202A)을 도너 기관(204A)(도 2a 및 도 2b)으로부터 목적지 기관(206)(도 2b)으로 이송하기 위한 이송 시스템(200)의 예를 도시한다. 이송 시스템(200)은 도 4에 도시된 바와 같이, 접착제(212)를 도너 기관(204A)에, 특히 도너 기관(204A) 상에 위치된 마이크로-디바이스들(202A) 상에 전달하는 접착제 디스펜서(210)를 더 포함한다. 디스펜서(210)는 예를 들어 피코 내지 서브 피코리터(pico to sub-picoliter)의 접착제를 마이크로-디바이스 상에 공급하도록 구성된 프린트헤드이다. 일부 구현예들에서, 도 4에 보여진 바와 같이, 접착제(212)의 액적은 마이크로-디바이스(202A)의 표면, 예를 들어 노출된 외부 표면 상에 배치된다. 일부 예들에서, 접착제(212)의 코팅이 마이크로-디바이스(202A)의 표면에 도포된다.
- [0036] 이송 시스템(200)에 대한 제어 시스템(300)(도 3)의 예에서, 제어기(302)는 마이크로-디바이스들(202A)을 도너 기관(204A)으로부터 목적지 기관(206)으로 이송하기 위한 이송 시스템(200)의 동작들을 제어한다. 제어기(302)는 예를 들어 마이크로-디바이스들(202A)에 대한 접착제(212)의 선택적 전달을 제어하기 위해 접착제 디스펜서(210)를 동작시킨다. 또한, 제어기(302)는 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)을 사용한 도너 기관(204A)으로부터 목적지 기관(206)으로의 마이크로-디바이스(202A)의 이송을 제어하기 위해 이송 디바이스(208)를 동작시킨다.
- [0037] 일부 구현예들에서, 이송 시스템(200)은 검출기(216)를 포함한다. 제어기(302)는 도너 기관(204A) 상의 마이크로-디바이스들(202A) 중에서 고장난 마이크로-디바이스들이 존재하는 경우 이들을 검출하기 위해 검출기(216)를 동작시킨다.
- [0038] 또한, 일부 경우들에서, 이송 시스템(200)은 이송 표면(220)을 포함하는 제2 이송 디바이스(218)를 포함한다. 제어기(302)는 제2 이송 디바이스(218)가 존재하는 경우 제2 이송 디바이스(218)를 동작시켜, 단일 마이크로-디바이스들(202A)을 이송 표면(214) 또는 목적지 기관(206)과 같은 수용 표면 상에 이송한다.
- [0039] 제어기(302)는 목적지 기관(206) 상의 선택된 마이크로-디바이스들(202A)의 요구되는 간격에 기초하여 도너 기관(204A) 상의 선택된 마이크로-디바이스들(202A) 상에 접착제(212)를 선택적으로 공급하기 위해 접착제 디스펜서(210)를 동작시킨다. 다음으로, 제어기(302)는 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)이 도너 기관(204A) 상의 접착제(212)와 맞물리게 하도록 이송 디바이스(208)를 동작시킨다. 선택된 마이크로-디바이스들(202A)은 마이크로-디바이스들(202A)이 도너 기관(204A)으로부터 이송 표면(214)으로 이송되도록 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)에 접촉된다. 다음으로, 제어기(302)는 이송 표면(214)이 목적지 기관(206) 상의 선택된 마이크로-디바이스들(202A)의 요구되는 간격에 따라 도너 기관(204A)으로부터 목적지 기관(206)으로 선택된 마이크로-디바이스들(202A) 각각을 이송하도록 이송 디바이스(208)를 동작시킨다.
- [0040] 도너 기관(204A) 및 접착제 디스펜서(210)는 접착제(212)가 공급되는 위치를 제어하기 위해 서로에 대해 이동 가능하다. 일부 구현예들에서, 도너 기관(204A)은 지지체(222) 상에 지지된다. 지지체(222)는 접착제(212)가 접착제 디스펜서(210)로부터 도너 기관(204A) 상에 공급되는 위치를 제어하기 위해, 예를 들어 접착제 디스펜서(210) 아래에서 수평으로 이동 가능하다. 지지체(222)가 이동함에 따라, 제어기(302)는 마이크로-디바이스들(202A) 중 어느 것이 접착제(212)를 수용할지를 제어하기 위해, 접착제 디스펜서(210)로부터의 접착제(212)의 방출 타이밍을 제어한다. 일부 경우들에서, 접착제 디스펜서(210)의 이동이 접착제(212)가 공급되는 위치를 제어하도록, 지지체(222)가 접착제 디스펜서(210)에 대해 이동하는 대신에, 지지체(222)는 고정된 채로 유지되고 접착제 디스펜서(210)는 지지체(222)에 대해 병진된다.
- [0041] 일부 경우들에서, 접착제 디스펜서(210)는 접착제 디스펜서(210)가 도너 기관(204A)에 대해 주어진 위치에 있을 때 단일 마이크로-디바이스(202A) 상에 접착제(212)를 공급한다. 일부 구현예들에서, 접착제 디스펜서(210)는 도너 기관(204A) 위의 갠트리(226) 상에 지지된 프린트헤드들(224)의 어레이를 포함한다. 이 경우에, 접착제 디스펜서(210)는 접착제(212)를 복수의 마이크로-디바이스 상에 동시에 공급할 수 있다. 프린트헤드들(224)은 접착제(212)가 마이크로-디바이스들(202A)에 선택적으로 전달되도록, 예를 들어 제어기(302)에 의해 선택적으로 어드레싱 가능하다. 예를 들어, 프린트헤드들(224)이 도너 기관(204A)을 가로지르는 행 내의 임의의 마이크로-디바이스들(202A)에 접착제(212)를 전달할 수 있도록, 접착제 디스펜서(210)의 프린트헤드들(224)은 도너 기관(204A)의 폭에 걸쳐 이어진다.
- [0042] 접착제 디스펜서(210) 및 도너 기관(204A)은 한쪽 또는 양쪽의 수평 방향으로 서로에 대해 이동 가능하다. 예를 들어, 접착제 디스펜서(210)가 한 번에 하나의 마이크로-디바이스(202A)에 접착제(212)를 공급하는 경우, 양 방향의 상대적인 이동은 마이크로-디바이스들(202A) 각각에의 접착제(212)의 전달을 가능하게 하기에 충분할 수 있다. 대조적으로, 접착제 디스펜서(210)가 한 번에 복수의 마이크로-디바이스(202A)에 접착제(212)를 공급하

는 경우, 단 방향의 상대적 이동은 접착제(212)가 마이크로-디바이스들(202A)의 각각에 전달될 수 있게 하기에 충분할 수 있다. 예를 들어, 접착제 디스펜서(210)가 갠트리(226)에 의해 지지되는 경우, 갠트리(226)는 도너 기관 위에서 한쪽 또는 양쪽 수평 방향으로 이동가능할 수 있다.

[0043] 도 2b를 참조하면, 접착제(212)가 선택된 마이크로-디바이스들(202A)에 전달된 후, 이송 디바이스(208)는 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)에 접착제(212)와 함께 마이크로-디바이스들(202A)을 이송하기 위해 동작된다. 이송 표면(214)은 마이크로-디바이스들(202A)에 전달된 접착제(212)에 맞물리게 한 다음, 도너 기관(204A)으로부터 마이크로-디바이스들(202A)을 제거하도록 동작된다. 접착제(212)는 예를 들어 이송 표면(214)이 이송 표면(214)에 부착된 마이크로-디바이스들(202A)과 함께 도너 기관(204A)으로부터 들어올려질 수 있도록 충분한 접착 강도를 제공한다.

[0044] 접착제(212)가 이송 표면(214)에 접착되어 마이크로-디바이스들(202)이 이송 표면(214)에 부착되도록 하기 위해, 이송 디바이스(208)는 예를 들어 회전가능한 롤러(228)를 포함한다. 예를 들어, 롤러(228)는 이송 표면(214)이 마이크로-디바이스들(202A) 상의 접착제(212)에 맞닿아 위치될 때 이송 표면(214) 상에 압력을 부여하는 압력 이송 롤러이다. 대안적으로 또는 추가적으로, 롤러(228)는 열을 사용하여 접착제를 경화시켜 마이크로-디바이스들(202A)과 이송 표면(214) 사이의 접착을 증가시키는 가열식 이송 롤러이다. 롤러를 대신하여, 이송 표면(214)은 평판의 평면 표면일 수 있다.

[0045] 일부 예들에서, 이송 디바이스(208)의 중화 시스템(neutralizing system)은 접착제를 경화시키기 위해 복사, 예를 들어 자외선(UV) 광을 방출하는 복사 방출기를 포함한다. 일부 구현예들에서, 접착제는 UV 광을 사용하여 활성화된다. 대안적으로 또는 추가적으로, 접착제는 예를 들어 미리 정의된 영역에서 마이크로-디바이스들(202A)의 선택 세트에 도포된 다음, UV 광의 패터닝된 어레이를 사용하여 요구되는 마이크로-디바이스들(202A) 상에서 활성화된다. 예를 들어, 복사 방출기는 복사가 방출되어 접착제가 경화된 후에만 마이크로-디바이스들(202A)이 이송 표면(214)에 부착되도록, 이송 표면(214)이 접착제(212)에 맞닿아 배치될 때 활성화된다. 일부 예들에서, 복사 방출기는, 존재하는 경우, 롤러(228)에 통합된다.

[0046] 시스템은 광원으로부터의 광을 이송 표면(214)을 제공하는 바디의 후면에 선택적으로 지향시키는 조명 시스템일 수 있다. 대안적으로, 시스템은 이송 표면(214)을 제공하는 바디에 내장된 개별적으로 제어가능한 가열기들을 포함할 수 있다.

[0047] 이송 디바이스(208)가 도너 기관(204A)으로부터의 마이크로-디바이스들(202A)을 이송 표면(214)에 부착하도록 동작될 때, 선택된 마이크로-디바이스들만이 이송 표면(214)에 부착된다. 구체적으로, 접착제(212)가 공급되어 있는 마이크로-디바이스들(202A)만이 부착된다. 그러므로, 이러한 선택된 마이크로-디바이스들은 목적지 기관(206)에 이송되는 도너 기관(204A)으로부터의 마이크로-디바이스들에 대응한다.

[0048] 이송 디바이스(208)는 또한 접착제 층(212)을 선택적으로 "중화"하는 시스템을 포함한다. 이러한 맥락에서, "중화"는 예를 들어 용해 또는 용융에 의해 접착제 층을 완전히 제거하는 것, 또는 재료가 더 이상 접착성이 아니도록 재료의 물리적 속성을 수정하는 것("변성"이라고도 함) 중 어느 하나를 포함한다. 시스템은 광, 예를 들어 광원으로부터의 UV 광을 이송 표면(214)을 제공하는 바디의 후면에 선택적으로 지향시키는 조명 시스템일 수 있다. 대안적으로, 시스템은 이송 표면(214)을 제공하는 바디에 내장된 가열기들을 포함할 수 있다. 중화 시스템은 이송 표면(214) 상의 모든 접착제를 중화시키도록 작용할 수 있거나, 선택적 영역들에서 접착제를 중화시키도록 동작가능할 수 있다.

[0049] 이송 표면(214)이 선택된 마이크로-디바이스들을 수용한 후에, 이송 디바이스(208)는 이송 표면(214)이 선택된 마이크로-디바이스들을 목적지 기관(206)에 이송하게 하도록 동작된다. 마이크로-디바이스들(202A)을 이송 표면(214)에 부착하는 접착제(212)는 마이크로-디바이스들(202A)이 이송 표면(214)으로부터 목적지 기관(206)에 이송가능할 수 있도록 중화된다. 예를 들어, 접착제(212)를 형성하는 재료는 화학적으로 비접착성 형태로 변경될 수 있으며, 이에 의해 마이크로-디바이스들(202A)이 이송 표면(214)으로부터 쉽게 제거되어 목적지 기관(206) 상에 위치될 수 있게 한다.

[0050] 이와 관련하여, 선택된 마이크로-디바이스들은 그에 따라 도너 기관(204A)으로부터 이송 표면(214)에 이송된 다음, 이송 표면(214)으로부터 목적지 기관(206)에 이송된다. 본 명세서에 기술된 바와 같이, 도너 기관(204A) 상의 선택된 마이크로-디바이스들은 선택적으로 공급된 접착제를 갖는 것들에 대응한다.

[0051] 도너 기관(204A) 상의 이러한 선택된 마이크로-디바이스들은 초기 구성 A를 갖는다. 예를 들어, 선택된 마이크로-디바이스들이 균일하게 이격되어 있는 경우, 구성 A는 제1 수평 방향의 간격, 제2 수평 방향의 간격, 또는

이들의 조합들에 의해 정의된다. 일부 구현예들에서, 구성 A는 접착제(212)가 선택적으로 공급되는 도너 기관(204A) 상의 마이크로-디바이스들의 구성을 지칭한다. 이송 표면(214)이 선택된 마이크로-디바이스들을 수용할 때, 선택된 마이크로-디바이스들은 구성 B로 된다. 일부 구현예들에서, 구성 B는 이송 표면(214)이 선택된 마이크로-디바이스들을 수용하고 나서 이송 표면(214)이 선택된 마이크로-디바이스들의 간격을 변경하도록 변형되기 전의, 이송 표면(214) 상의 선택된 마이크로-디바이스의 구성을 지칭한다. 이송 표면(214)이 선택된 마이크로-디바이스들을 목적지 기관(206)에 이송할 때, 선택된 마이크로-디바이스들은 목적지 기관(206) 상에서 구성 C로 된다. 일부 구현예들에서, 구성 C는 선택된 마이크로-디바이스들이 이송 표면(214)으로부터 목적지 기관(206)에 이송된 후의, 목적지 기관(206) 상의 선택된 마이크로-디바이스들의 구성을 지칭한다. 구성 C는 제조될 마이크로-디바이스 제품에 대한 마이크로-디바이스들의 요구되는 구성에 대응할 수 있다.

[0052] 일부 구현예들에서, 구성 B 및 구성 A는 동일하다.

[0053] 일부 구현예들에서, 구성 C의 간격은 이송 표면(214) 상의 구성 B 및 도너 기관(204A) 상의 구성 A의 간격과 다르다. 예를 들어, 구성 C는 도너 기관(204A) 상의 마이크로-디바이스들을 선택하는 것으로부터 달성될 수 없는 마이크로-디바이스들의 간격을 갖는 구성을 가질 수 있다. 이와 관련하여, 도너 기관(204A) 상의 마이크로-디바이스들(202A)을 위해 선택된 구성 A는 구성 C의 간격보다 작은 간격을 가질 수 있다.

[0054] 이송 표면(214)은 구성 A와 실질적으로 동일하거나 유사한 구성 B의 마이크로-디바이스들(202A)을 수용한다. 다음으로, 이송 디바이스(208)는 마이크로-디바이스들(202A)이 구성 B로부터 구성 C로 이동되게 하기 위해 동작된다. 일부 구현예들에서, 이송 표면(214)에 의해 수용되는 마이크로-디바이스들(202A) 사이의 간격을 증가시키기 위해, 이송 표면(214)은 신장가능한 필름에 대응한다. 마이크로-디바이스들(202A)은 이송 표면(214) 상에서 초기에는 구성 B로 되어 있다. 필름이 신장된 후, 마이크로-디바이스들(202A)은 이송 표면(214) 상에서 구성 C로 변형된다. 다음으로, 이송 표면(214)은 마이크로-디바이스들(202A)이 목적지 기관 상에 구성 C로 위치되도록 마이크로-디바이스들(202A)을 목적지 기관(206)에 이송한다. 일부 예들에서, 이송 표면(214) 상의 마이크로-디바이스들이 구성 B에서의 그들 본래의 간격보다 5배 내지 20배 더 멀리 이격되도록, 이송 표면(214)은 한쪽 또는 양쪽 수평 치수에서 5 내지 20배만큼 신장가능하다.

[0055] 일부 구현예들에서, 이송 표면(214)이 신장되는 경우, 이송 표면(214)이 신장된 후에 마이크로-디바이스들(202A)이 이송 표면(214)에 맞물린 채로 남아있을 것을 보장하기 위해, 마이크로-디바이스들(202A)을 이송 표면(214)에 맞물리게 하는 접착제(212)도 신장가능하다. 예를 들어, 접착제(212)는 자외선 광 경화성 중합체 재료이다. 일부 예들에서, 접착제(212)는 3D 잉크젯 인쇄가능하다. 접착제(212)는 신장가능한 가요성 탄성 중합체 재료일 수 있다. 일부 구현예들에서, 접착제(212)는 원래 길이의 100% 내지 500% 사이에서 탄성적으로 신장하도록 탄성 변형가능하다. 접착제(212)의 점도는 예를 들어, 25℃에서 80 내지 100 센티포이즈(cenipoise), 70℃에서 10 내지 20 센티포이즈이다. 접착제(212)의 탄성 계수는 예를 들어 25℃에서 5 내지 25 MPa이다. 접착제(212)의 인장 강도는 예를 들어 25℃에서 100% 내지 500%의 탄성 변형 연신율을 갖는 1 내지 5MPa이다.

[0056] 일부 구현예들에서, 도너 기관(204A) 상의 구성 A는 선택된 마이크로-디바이스들 사이에 균일한 간격을 갖지 않을 수 있다. 예를 들어, 도너 기관(204A) 상의 고장난 또는 누락된 마이크로-디바이스들(202A)은 균일한 간격을 갖는 선택된 마이크로-디바이스들의 구성을 방해할 수 있다. 구성 A는 예를 들어 균일한 간격을 갖는 선택된 마이크로-디바이스들의 수를 최대화하도록 선택된다.

[0057] 이송 시스템(200)이 검출기(216)를 포함하는 경우, 검출기(216)는 고장난 마이크로-디바이스들(202A)이 도너 기관(204A)으로부터 목적지 기관(206)에 이송되는 것을 방지하기 위해 고장난 마이크로-디바이스들(202A)을 검출한다. 구체적으로, 검출기(216)가 고장난 마이크로-디바이스들(202A)을 검출하는 경우, 제어기(302)는 접착제(212)가 고장난 마이크로-디바이스들의 위치들에 대응하는 위치들에 선택적으로 공급되지 않도록 접착제 디스펜서(210)를 선택적으로 동작시킨다. 결과적으로, 제어기(302)가 마이크로-디바이스들(202A)을 도너 기관(204A)으로부터 이송 표면(214)에 이송하기 위해 이송 디바이스(208)를 동작시킬 때, 고장난 마이크로-디바이스들(202A)은 이송 표면(214)에 부착되지 않는다.

[0058] LED들의 기능성을 검사하기 위해, 검출기(216)는 예를 들어 복사 방출기 및 복사 검출기를 포함한다. 예를 들어, 마이크로-디바이스들(202A)이 LED들인 경우, LED들이 적절하게 기능하고 있을 때 LED들이 여기되어 복사를 방출할 수 있다. 복사 방출기는 도너 기관(204A) 상에 위치한 마이크로-디바이스들(202A)을 향해 복사를 방출한다. 복사는 마이크로-디바이스들(202A)이 복사 검출기에 의해 검출가능한 광학 복사를 방출하도록, 적절하게 기능하고 있는 마이크로-디바이스들(202A)을 여기서킨다. 예를 들어, 복사 검출기는 여기될 때 마이크로-디바이스들에 의해 방출되는 광의 파장에 반응하는 광 검출기이다.

- [0059] 이와 관련하여, 검출기(216)로부터의 신호들은 주어진 마이크로-디바이스(202A)가 적절하게 기능하고 있는지 여부를 결정하기 위해, 예를 들어 제어기(302)에 의해 사용가능하다. 마이크로 디바이스(202A)가 적절하게 기능하고 있지 않은 경우, 예를 들어 마이크로-디바이스(202A)가 고장난 마이크로-디바이스인 경우, 제어기(302)는 접착제(212)가 고장난 마이크로-디바이스 상에 공급되지 않고 고장난 마이크로-디바이스는 이송 표면(214)에 부착되지 않도록 접착제 디스펜서(210)를 제어한다. 일부 예들에서, 검출기에 의해 방출된 복사는 마이크로-디바이스들을 여기시키기 위해 405nm 이하의 파장을 갖는다.
- [0060] 일부 경우들에서, 검출기(216)에 의한 고장난 마이크로-디바이스들의 존재는 마이크로-디바이스들(202A)의 구성 A가 불균일한 간격을 갖게 한다. 일부 구현예들에서, 접착제(212)가 도너 기관(204A) 상의 고장난 마이크로-디바이스들(202A) 상에는 공급되지 않았으므로, 이송 표면(214)이 도너 기관(204A)으로부터 구성 A의 선택된 마이크로-디바이스들을 수용할 때, 구성 A는 도너 기관(204A) 상의 그러한 위치들에 있는 마이크로-디바이스들이 적절하게 기능하고 있었다면 마이크로-디바이스들이 위치되었을 장소에 갭들(230)을 포함한다.
- [0061] 마이크로-디바이스들이 목적지 기관(206) 상에 있을 때 마이크로-디바이스들 사이의 균일한 간격이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 마이크로-디바이스들이 LED들이라고 가정하면, 디스플레이 패널 상의 결합있는 LED들 또는 LED들의 부재에 의해 발생된 갭들은 시각적으로 눈에 띈다. 이와 관련하여, 일부 구현예들에서, 이송 디바이스(208)는 제1 이송 디바이스이고, 도 2c를 참조하면, 이송 시스템(200)은 갭들(230)을 적절하게 기능하고 있는 마이크로-디바이스들로 채우기 위한 제2 이송 디바이스(218)를 포함한다. 제2 이송 디바이스(218)는 마이크로-디바이스(202A)와 동일한 유형의 기능하는 마이크로-디바이스들(232A)을 갖는 이송 표면(220)을 포함한다. 마이크로-디바이스들(232A)은 마이크로-디바이스들(232A)이 적절하게 기능하고 있는지를 결정하기 위해, 검출기, 예를 들어 복사 방출기 및 복사 검출기를 사용하여 검사되었다.
- [0062] 도 5를 참조하면, 제2 이송 디바이스(218)는 마이크로-디바이스(232A)를 수용 기관(234)에 이송한다. 예를 들어, 제2 이송 디바이스(218)는 마이크로-디바이스들(232A)을 한번에 하나씩 수용 기관에 이송한다. 제2 이송 디바이스(218)는 예를 들어 도 5에 도시된 바와 같이 마이크로-디바이스들(232A)을 운반하기 위한 이송 표면(220)을 포함하는 회전가능한 롤러(236)이다. 예를 들어, 수용 기관(234)은 이송 표면(214)이다. 예를 들어, 도너 기관(204A)은 구성 A로 선택된 마이크로-디바이스들(202A)의 세트를 포함할 수 있다. 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)은 마이크로-디바이스들(202A), 즉 구성 A와 실질적으로 동일한 구성 B를 갖는 마이크로-디바이스들(202A)을 수용한다.
- [0063] 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)이 도너 기관(204A)으로부터 마이크로-디바이스들(202A)을 구성 B로 수용한 후에, 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)은, 예를 들어, 도너 기관(204A) 상의 고장난 마이크로-디바이스들(202A)의 검출로 인한, 갭들(230)을 포함할 수 있다. 접착제(212)는 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214) 상에 공급된다. 다음으로, 제2 이송 디바이스(218)는 기능하는 마이크로-디바이스(232A)가 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)에 이송되도록, 제2 이송 디바이스(218)의 이송 표면(220) 상의 기능하는 마이크로-디바이스(232A)가 접착제(212)와 맞물리게 한다. 구체적으로, 기능하는 마이크로-디바이스(232A)는 갭(230)을 채우기 위해 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214) 상에 위치된다.
- [0064] 갭들(230) 각각이 채워진 후에, 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214) 상의 마이크로-디바이스들은 균일한 간격을 갖는다. 필요한 경우, 마이크로-디바이스들은 요구되는 구성 C를 갖도록 조작된다. 이와 관련하여, 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214) 상의 마이크로-디바이스들의 구성 B가 갭들을 포함하는 경우, 구성 C를 달성하도록 마이크로-디바이스들을 변형하기 위해, 프로세스는 구성 B의 갭들을 채우기 위한 동작, 그리고 일부 경우들에서는 마이크로-디바이스들 사이의 구성 B의 간격을 변경하는 동작을 포함한다. 요구되는 간격이 달성되고 갭들이 채워지고 나면, 마이크로-디바이스들은 마이크로-디바이스들이 목적지 기관(206) 상에서 구성 C를 갖도록, 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)으로부터 목적지 기관(206)에 이송된다.
- [0065] 일부 구현예들에서, 이송 디바이스의 이송 표면을 대신하여, 수용 표면(234)은 목적지 기관(206)이다. 예를 들어, 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)은, 요구되는 구성 C의 균일한 간격에 따라 요구되는 간격을 갖는 목적지 기관(206)에 마이크로-디바이스들을 이송한다. 그러나, 목적지 기관(206) 상에 초기에 위치될 때, 마이크로-디바이스들(202)은 목적지 기관(206) 상의 마이크로-디바이스들 사이의 갭으로 인해 구성 C로 되어 있지 않다. 갭들이 제2 이송 디바이스(218) 상의 마이크로-디바이스들(232A)에 의해 채워진 후, 마이크로-디바이스들은 목적지 기관(206) 상에서 구성 C로 되어 있게 되고, 따라서 구성 C를 정의하는 요구되는 간격 및 패턴을 갖는다. 일부 예들에서, 마이크로-디바이스(232A)를 제2 이송 디바이스(218)의 이송 표면(220)으로부터 이송하기 위해, 마이크로-디바이스(232A)는 제2 이송 디바이스(218)의 이송 표면(220)으로부터 릴리즈된다. 예를 들

어, 마이크로-디바이스(232A)는 목적지 기관 상의 채워질 갭에 또는 그러한 갭 위에 마이크로-디바이스(232A)가 위치될 때 변성되거나 제거되는 접착제에 의해 이송 표면(220)에 부착된다.

[0066] 도 2a 내지 도 2c는 단일 유형의 마이크로-디바이스(202A)를 갖는 단일 도너 기관(204A)에 관하여 설명되었지만, 대안적으로 또는 추가적으로, 이송 시스템은 추가적인 유형들의 마이크로-디바이스들을 갖는 추가의 도너 기관들을 포함한다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 이송 시스템(200)은 마이크로-디바이스들(202B)을 갖는 도너 기관(204B), 및 마이크로-디바이스들(202C)을 갖는 도너 기관(204C)을 포함한다. 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)이 LED들인 경우, 예를 들어, 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)은 상이한 컬러의 광, 예컨대 적색, 녹색, 청색, 또는 그와 유사한 것을 각각 방출한다.

[0067] 접착제 디스펜서(210)는 도너 기관들(204A, 204B, 204C) 각각에, 구체적으로 도너 기관(204A, 204B, 204C) 각각의 선택된 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C) 상에 접착제를 공급한다. 이송 디바이스(208)는 이송 표면(214)을 사용하여 도너 기관들(204A, 204B, 204C) 각각으로부터 선택된 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)을 픽업한다. 접착제(212)는 각각의 유형의 선택된 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)이 구성 A로 되도록 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C) 상에 공급된다. 이와 관련하여, 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)에 의해 수용될 때, 선택된 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)은 각각 구성 A로 된다.

[0068] 선택된 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)은 모두 함께 구성 B로 되어 있다. 예를 들어, 구성 B는 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)의 순서 및 인접한 유형들의 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C) 사이의 간격에 의해 더 정의된다. 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)의 순서와 관련하여, 도 2b에 도시된 예에서 좌측에서 우측으로 진행하면, 마이크로-디바이스들(202A) 다음에 마이크로-디바이스들(202B)이 뒤따르고, 결국에는 마이크로-디바이스들(202C)이 뒤따른다. 일부 구현예들에서, 특정 유형의 마이크로-디바이스의 사이, 즉 마이크로-디바이스들(202A) 사이, 마이크로-디바이스들(202B) 사이, 또는 마이크로-디바이스들(202C) 사이의 유형-내 간격(intra-type spacing)은 2가지 유형의 마이크로-디바이스들 사이, 즉 마이크로-디바이스(202A)와 마이크로-디바이스(202B) 사이, 마이크로-디바이스(202B)와 마이크로-디바이스(202C) 사이, 또는 마이크로-디바이스(202A)와 마이크로-디바이스(202C) 사이의 유형-간 간격(inter-type spacing)과 다르다. 일부 경우들에서, 구성 B는 유형-간 간격, 유형-내 간격, 또는 둘 다에 의해 정의된다.

[0069] 본 명세서에 설명된 바와 같이, 이송 표면(214)은 이송 표면(214) 상의 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)의 유형-내 간격을 증가 또는 감소시키도록 변형가능하다. 대안적으로 또는 추가적으로, 이송 표면(214)은 이송 표면(214) 상의 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)의 유형-간 간격을 증가시키도록 변형가능하다. 이송 표면(214)은 목적지 기관(206) 상의 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)의 구성 C에 대해 요구되는 유형-간 및/또는 요구되는 유형-내 간격을 달성하도록 변형된다.

[0070] 일부 구현예들에서, 제2 이송 디바이스(218)가 존재하는 경우, 제2 이송 디바이스(218)는 이송 표면(220) 상의 마이크로-디바이스들(202A, 202B, 202C)의 각각의 유형의 기능하는 마이크로-디바이스들을 포함한다. 구성 B의 갭을 채우기 위해, 접착제(212)는 수용 기관(234) 상에, 예를 들어 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214) 상에 배치되고, 다음으로 적절한 유형의 기능하는 마이크로-디바이스가 접착제(212)에 맞물려진다. 목적지 기관(206) 상에서 구성 C를 달성하도록 갭을 채우기 위해, 적절한 유형의 기능하는 마이크로-디바이스가 목적지 기관(206) 상에 릴리즈된다. 일부 구현예들에서, 시스템(200)은 단일 유형의 기능하는 마이크로-디바이스들을 각각 갖는 복수의 제2 이송 디바이스를 포함한다. 예를 들어, 시스템(200)이 3가지 유형의 마이크로-디바이스를 포함하는 경우, 시스템(200)은 마이크로-디바이스 유형들 중 하나를 각각 갖는 3개의 제2 이송 디바이스들 각각 포함할 수 있다.

[0071] 또한, 도 6a 내지 도 6h는 순차적인 동작들(600A 내지 400H)을 각각 도시하며, 여기서 시스템은 분말을 공급하는 것, 분말을 융합(fusing)시키는 것, 융합되지 않은 분말을 재생(reclaiming)하는 것을 포함하는 동작들을 수행한다. 동작들(600A 내지 600H)을 시작하기 전에, 시스템의 제어기[예를 들어, 제어기(302)]는 형성될 마이크로-디바이스들의 어레이를 나타내는 전자 데이터, 예를 들어 컴퓨터 보조 제도 데이터(computer-aided drafting data)를 수신할 수 있다. 본 명세서에 설명된 바와 같이, 시스템은 동작들을 실행하도록 시스템의 개별 서브시스템들 또는 컴포넌트들을 제어하기 위해 제어기를 사용한다.

[0072] 일부 구현예들에서, 도 6a에 도시된 바와 같이, 동작(600A)에서, 제어기는 도너 기관(602) 상의 고장난 마이크로-디바이스들을 검출하기 위해 검출기(216)를 동작시킨다. 도 6b에 도시된 동작(600B)에서, 제어기는 접착제(212)를 선택된 마이크로-디바이스들(604) 상에 공급하기 위해 접착제 디스펜서(210)를 동작시킨다. 일부 경우들에서, 시스템은 고장난 마이크로-디바이스들을 검출하지 않고, 따라서 동작(600B)에서, 고장난 마이크로-디바이스

이스들을 검출하도록 검출기를 동작시키지 않고서, 접착제(212)를 선택된 마이크로-디바이스들(604) 상에 공급한다. 일부 구현예들에서, 검출기(216)가 존재하고, 고장난 마이크로-디바이스(606)를 검출하는 경우, 제어기는 고장난 마이크로-디바이스(606)를 나타내는 신호를 수신하고, 접착제 디스펜서(210)가 고장난 마이크로-디바이스(606) 상에 접착제(212)를 공급하지 않도록 접착제 디스펜서(210)를 제어한다. 일부 구현예들에서, 제어기는 마이크로-디바이스들의 행 내에서 고장난 마이크로-디바이스들을 검출하기 위해 검출기(216)를 동작시키고, 다음으로, 제어기는 마이크로-디바이스들의 행 내의 기능하는 마이크로-디바이스들 상에 접착제(212)를 공급하기 위해 접착제 디스펜서(210)를 동작시킨다. 제어기는 접착제(212)가 요구되는 수의 마이크로-디바이스에 전달될 때까지 검출 동작(600A) 및 공급 동작(600B)을 반복한다.

[0073] 도 6c에 도시된 바와 같은 동작(600C)에서, 제어기는 선택적으로 공급된 접착제(212)와 맞물리게 하도록 이송 표면(214)을 이동시키기 위해 이송 디바이스(208)를 동작시킨다. 도 6d에 도시된 바와 같은 동작(600D)에서, 제어기는 이송 표면(214)을 도너 기관(602)에 대해 이동시키고, 그에 의해 선택된 마이크로-디바이스들(604)을 도너 기관(602)으로부터 제거하기 위해 이송 디바이스(208)를 동작시킨다. 예를 들어, 이송 표면(214)은 예를 들어 도너 기관의 표면에 수직하게, 도너 기관(602)의 표면으로부터 들어올려질 수 있다.

[0074] 일부 구현예들에서, 예를 들어, 도너 기관(204A) 상의 고장난 마이크로-디바이스의 검출로 인해, 이송 표면(214) 상의 마이크로-디바이스들 사이에 갭이 존재하면, 제어기는 기능하는 마이크로-디바이스(606)로 갭을 채우기 위해 제2 이송 디바이스(218)를 동작시킨다. 예를 들어, 도 6e에 도시된 동작(600E)에서, 시스템은 접착제(212)가 이송 표면(214) 상의 갭(608)에 공급되게 한다. 예를 들어, 갭(608)은 고장난 마이크로-디바이스(606)가 고장나지 않았더라면 그 고장난 마이크로-디바이스(606)가 있었을 위치에 대응한다. 제2 이송 디바이스(218)의 이송 표면(220) 상의 기능하는 마이크로-디바이스(610)를 제1 이송 디바이스(208)의 이송 표면(214)에 이송하기 위해, 제어기는 기능하는 마이크로-디바이스(610)를 접착제(212)와 맞물리게 하기 위해 제2 이송 디바이스(218)를 동작시킨다.

[0075] 갭(608)이 존재하는 경우에는 동작(600E)에서, 또는 갭이 존재하지 않는 경우에는 동작(600D) 후에, 제어기는 동작(600F)에서 마이크로-디바이스들(604)을 이송 표면(214)으로부터 목적지 기관(612)에 이송하기 위해 이송 디바이스(208)를 동작시킨다. 구체적으로, 마이크로-디바이스들(604)이 목적지 기관(612)에 접할 때까지 이송 표면(214)이 낮아질 수 있고, 접착제가 중화될 수 있고, 이송 표면(214)이 들어올려 질 수 있다.

[0076] 도 1 내지 도 6f에 관련하여 본 명세서에 설명된 예들은 본 개시내용의 범위 내의 방법들 및 시스템들의 일부 구현예들을 도시한다. 다른 구현예들도 가능하다. 예를 들어, 일부 구현예들에서, 이송 시스템(200)은 도너 기관 상의 마이크로-디바이스 웨이퍼를 복수의 마이크로-디바이스로 에칭하는 에칭 디바이스를 포함한다. 에칭 디바이스는 마이크로-디바이스 웨이퍼를, 예를 들어 측방향 마이크로-디바이스들 또는 수직 마이크로-디바이스들로 에칭한다. 에칭 디바이스는 마이크로-디바이스 웨이퍼를 마이크로-디바이스들로 분리하기 위해, 예를 들어 레이저 스크라이빙 또는 건식 에칭 방법을 사용한다.

[0077] 일부 구현예들에서, 도너 기관으로부터 이송 표면으로의 마이크로-디바이스들의 단일 이송 동작 동안, 미리 정의된 개수의 마이크로-디바이스 행이 도너 기관으로부터 이송 표면으로 이송된다. 이송 표면은 도너 기관으로부터 예를 들어 5 내지 20개의 마이크로-디바이스 행을 픽업한 다음, 이러한 행들을 목적지 기관에 이송한다. 이송 표면은 요구되는 개수의 행이 이송될 때까지 미리 정의된 개수의 마이크로-디바이스 행을 도너 기관으로부터 목적지 기관으로 계속해서 이송한다.

[0078] 일부 구현예들에서, 마이크로-디바이스들은 p형 및 n형 콘택트 둘 다가 동일 측에 제조되는 측방향 디바이스로 제조된다. 메사 구조를 정의하고 n형 디바이스 층을 노출시키기 위해, 포토리소그래피 및 건식 에칭이 적용된다. 투명한 전도성 산화물 층, 예를 들어 인듐 주석 산화물은 전류 확산을 개선하기 위해 p형 디바이스 표면 상에 퇴적된다. 나중에, 포토리소그래피 및 퇴적을 통해 n형 및 p형 오믹 콘택트들이 형성된다. 유전체 층은 표면 누설 전류를 감소시키고 디바이스 신뢰성 성능을 개선하기 위해 측방향 디바이스 표면 및 측벽 상에 퇴적된다.

[0079] 일부 구현예들에서, 마이크로-디바이스들은 p형 및 n형 콘택트들이 대향 측들에 제조되는 수직 디바이스로 제조된다. 반사형 거울은 광 추출을 개선하기 위해 수직 디바이스의 p측에 제조될 수 있다. 금속화 후에, 마이크로-디바이스들은 전도성 캐리어 웨이퍼에 웨이퍼 본딩된다. 다음으로, 목적지 기관은 전극들이 n형 층 상에 제조되기 전에 레이저 또는 화학적 리프트-오프 방법을 통해 제거될 수 있다.

[0080] 일부 구현예들에서, 제품들은 형성될 제품의 각각의 셀에서 상이한 유형들의 복수의 마이크로-디바이스(202A,

202B, 202C)를 필요로 할 수 있다. 예를 들어, 컬러 LED 디스플레이에 대해, 적색, 청색, 및 녹색 각각에 하나씩 3개의 마이크로-LED가 필요할 수 있다. 각각의 마이크로-LED는 서브픽셀을 제공할 수 있다. 서브픽셀들에 대해 다양한 패턴이 가능하다. 예를 들어, 상이한 컬러 서브픽셀들은 단일 행 또는 열로 단순하게 배열될 수 있다. 대안적으로, 예를 들어, 셀 내의 서브픽셀들은 2가지 컬러, 예를 들어 적색 및 녹색 각각에 대해 2개의 서브픽셀, 및 제3 컬러, 예를 들어 청색의 단일 서브픽셀을 갖는 5점 형상 패턴(quincunx pattern)으로 배열될 수 있다(이 패턴은 PenTile 행렬이라고도 알려져 있음). 이송 기술들은 3개보다 많은 컬러 서브픽셀을 갖는 디스플레이, 예를 들어 적색, 녹색, 청색 및 황색 마이크로-LED를 갖는 디스플레이를 형성하는 데 사용될 수 있다.

[0081] 상이한 컬러 LED들은 상이한 컬러의 광을 방출하는 인광체 층들을 갖는 LED들일 수 있거나, 상이한 컬러 필터 층들을 갖는 LED들일 수 있거나, 백색 광을 방출하지만 또한 백색 광을 흡수하고 상이한 컬러의 광을 재방출하는 오버레이 인광체 재료(이 재료는 양자 도트들일 수 있음)를 포함하는 LED들일 수 있다.

[0082] 상이한 마이크로-디바이스들, 예를 들어, 상이한 컬러 마이크로-LED들은 목적지 기판에 필요한 것보다 높은 공간 밀도로 상이한 도너 기판들 상에 제조될 수 있다. 다음으로, 이송 프로세스는 각각의 도너 기판에 대해 수행될 수 있다. 즉, 각각의 특정한 도너 기판으로부터의 마이크로-디바이스들은 그 자신의 이송 기판에 이송될 수 있다. 예를 들어, 청색 마이크로-LED들을 갖는 이송 기판, 적색 마이크로-LED들을 갖는 이송 기판, 및 녹색 마이크로-LED들을 갖는 이송 기판이 존재할 수 있다. 각각의 이송 기판에 대해, 마이크로-디바이스는 각각의 셀에 대해 목적지 기판에 이송될 수 있다.

[0083] 일부 구현예들에서, 목적지 기판(206)은 가요성 기판이다. 예를 들어, 목적지 기판(206)은 가요성 회로일 수 있고, 마이크로-디바이스들(110)은 마이크로-LED들일 수 있고, 따라서 가요성 디스플레이 스크린을 제공한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 목적지 기판(206)은 신장가능한 기판일 수 있다. 목적지 기판은 예를 들어 평면 패널 디스플레이의 뒤판이다.

[0084] 일부 구현예들에서, n형 및 p형 콘택트들 둘 다와 상호 연결 회로는 목적지 기판 상에 미리 제조되고, 그에 의해, 이송되는 마이크로-디바이스들이 목적지 기판 상에 배치된 후에 전기적으로 연결된다. 다른 예에서, 단 하나의 유형의 콘택트만이 목적지 기판 상에 미리 제조된다. 다른 유형의 콘택트를 제조하기 위해 새도우 마스크 또는 포토리소그래피 방법이 사용될 수 있다.

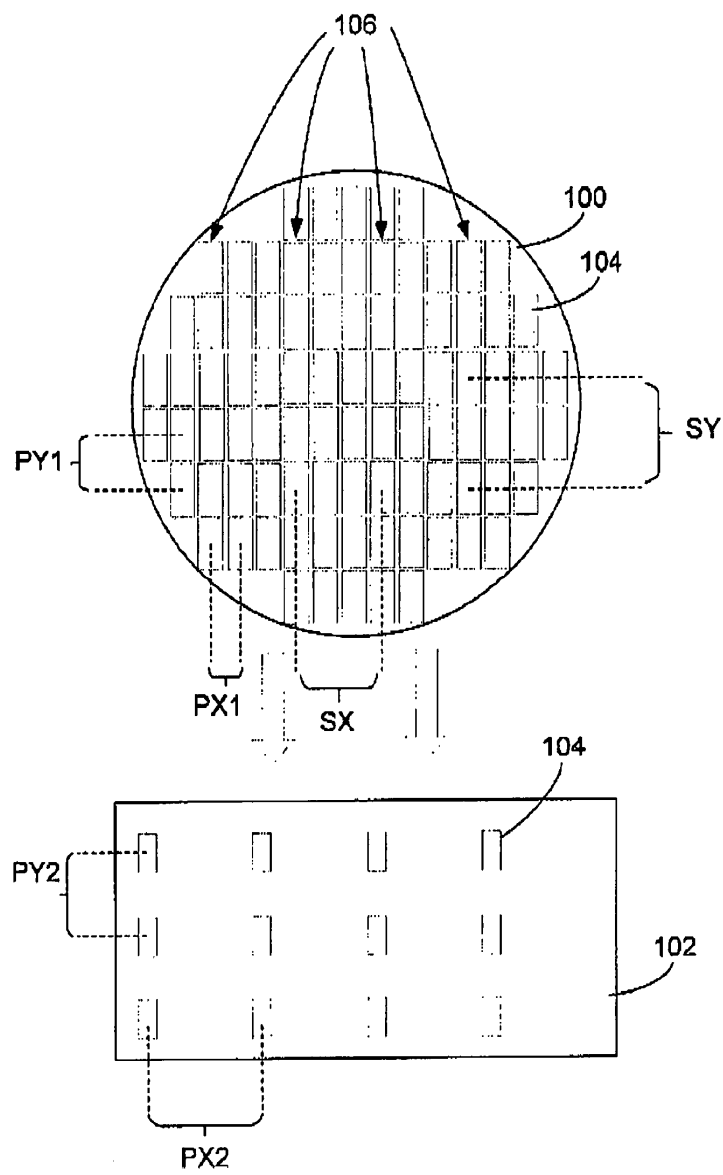
[0085] 제어기는 디지털 전자 회로, 또는 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어 또는 하드웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 제어기는 데이터 처리 장치, 예를 들어, 프로그래머블 프로세서, 컴퓨터, 또는 복수의 프로세서 또는 컴퓨터의 동작에 의한 실행을 위해, 또는 그 동작을 제어하기 위해, 하나 이상의 컴퓨터 프로그램 제품, 즉 정보 캐리어 내에, 예를 들어 비일시적 기계 판독가능한 저장 매체 내에 또는 전파되는 신호 내에 유형으로 구현된 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 포함할 수 있다. 컴퓨터 프로그램(프로그램, 소프트웨어, 소프트웨어 애플리케이션, 또는 코드라고도 알려져 있음)은 컴파일된 또는 해석된 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 작성될 수 있으며, 독립형 프로그램으로서, 또는 모듈, 컴포넌트, 서브루틴, 또는 컴퓨팅 환경에서 사용하기에 적합한 다른 유닛으로서 배치되는 것을 포함하여, 임의의 형태로 배치될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 컴퓨터 상에서, 또는 하나의 사이트에 있거나 복수의 사이트에 걸쳐 분산되고 통신 네트워크에 의해 상호 연결된 복수의 컴퓨터 상에서 실행되도록 배치될 수 있다.

[0086] 본 명세서에서 설명되는 프로세스들 및 논리 흐름들은 입력 데이터를 조작하고 출력을 생성함으로써 기능들을 수행하기 위해 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 실행하는 하나 이상의 프로그래머블 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 프로세스들 및 논리 흐름들은 또한 특수 목적의 논리 회로, 예를 들어 FPGA(필드 프로그래머블 게이트 어레이) 또는 ASIC(주문형 집적 회로)과 같은 특수 목적 논리 회로에 의해 수행될 수 있고, 장치는 또한 그러한 것들로서 구현될 수 있다.

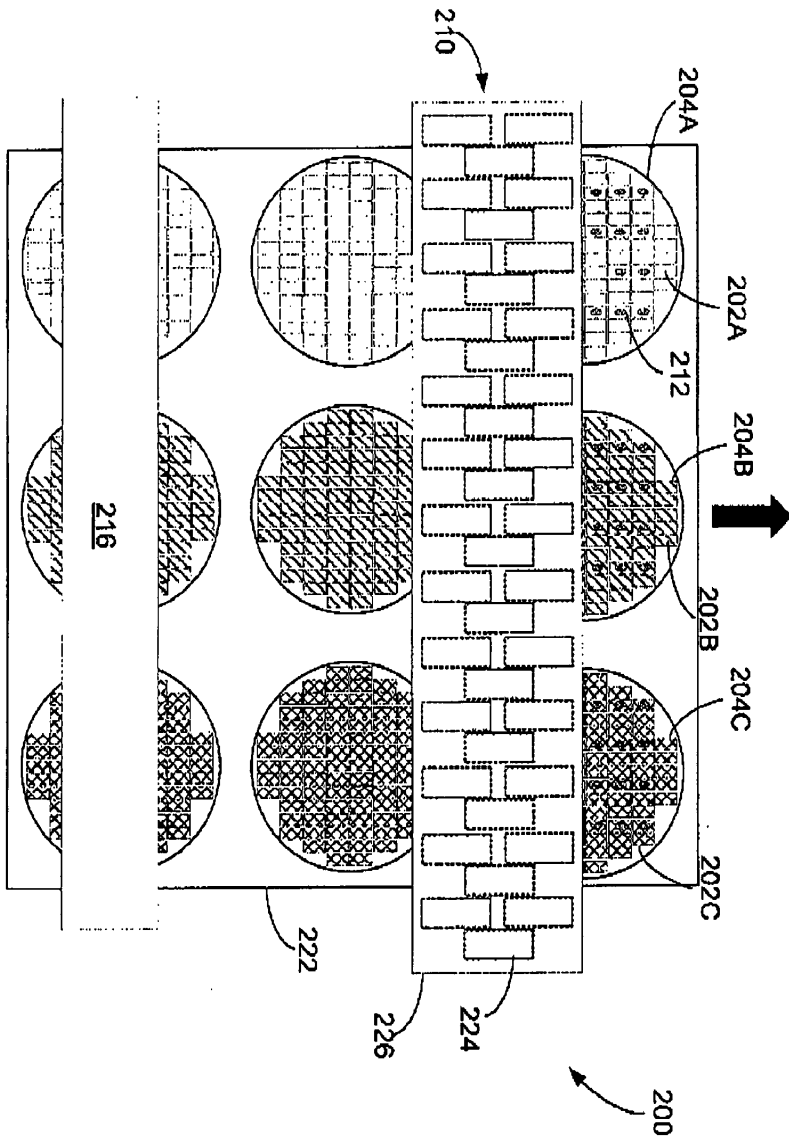
[0087] 다수의 구현예가 설명되었다. 그럼에도 불구하고, 다양한 수정들이 이루어질 수 있음이 이해될 것이다. 따라서, 다른 구현예들도 청구항들의 범위 내에 있다.

도면

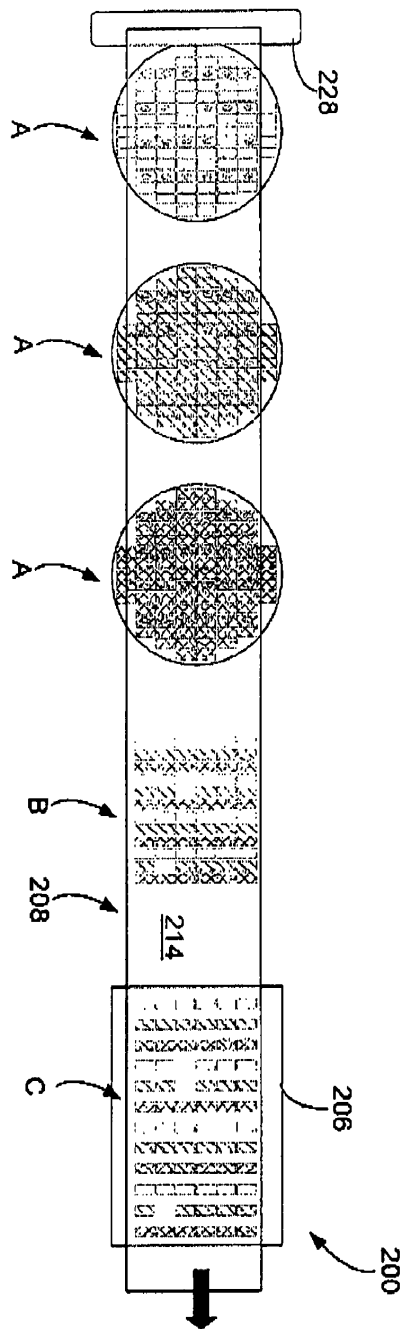
도면1



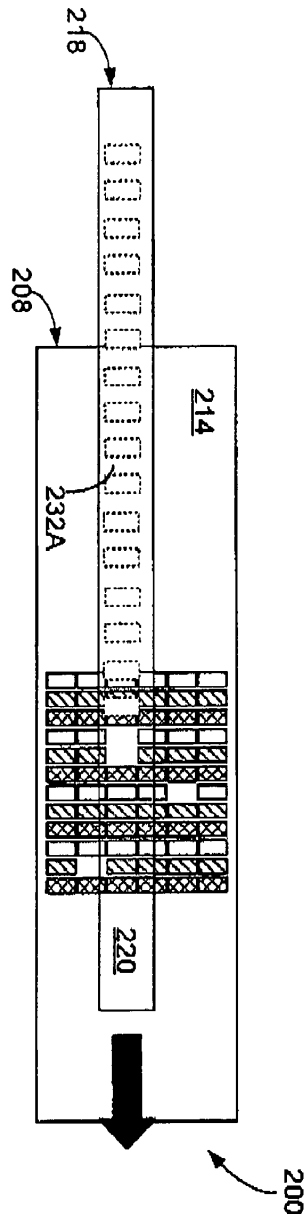
도면2a



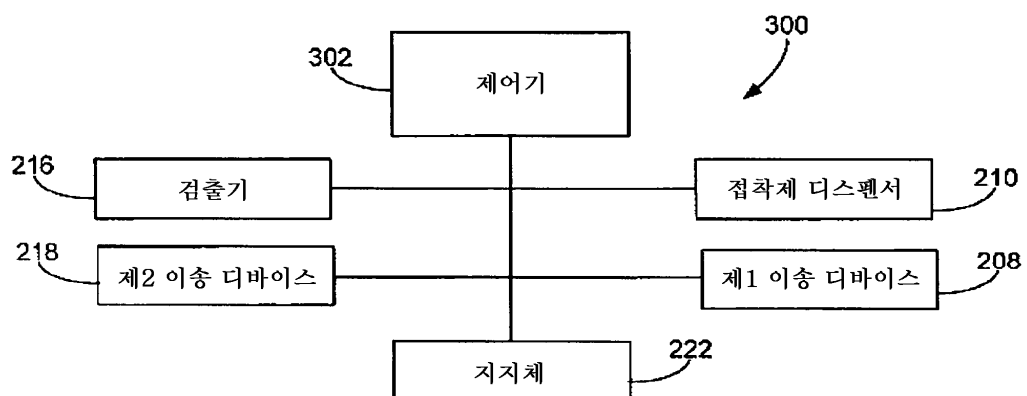
도면2b



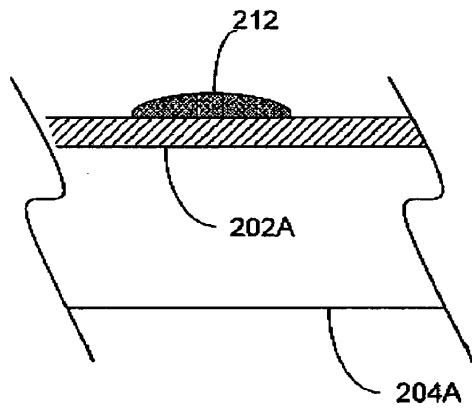
도면2c



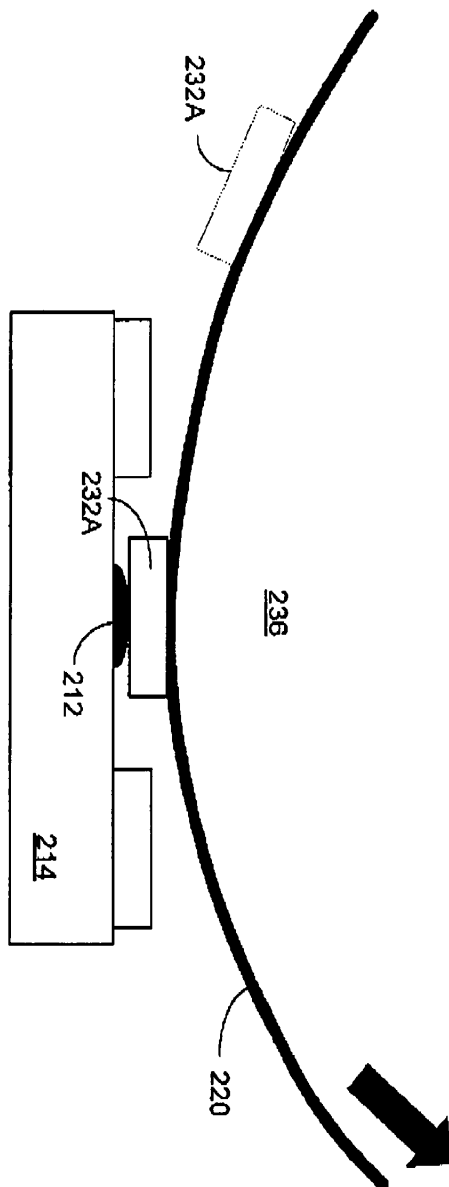
도면3



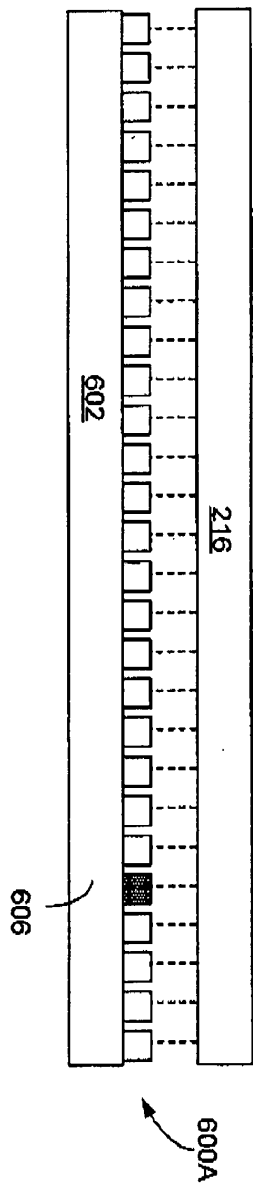
도면4



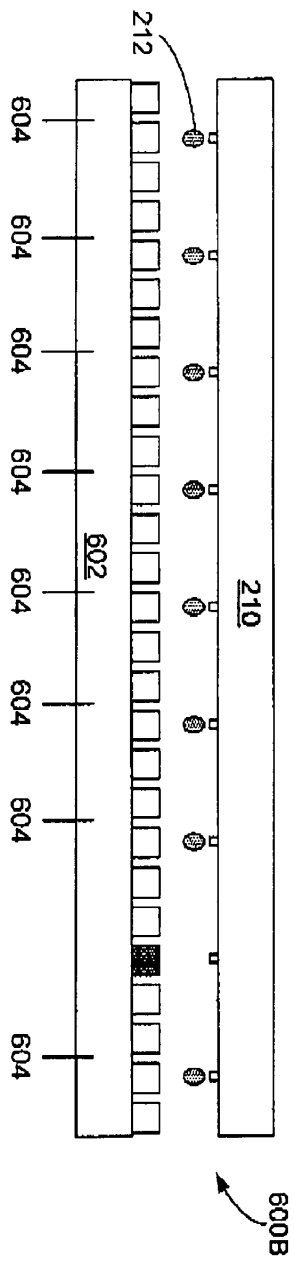
도면5



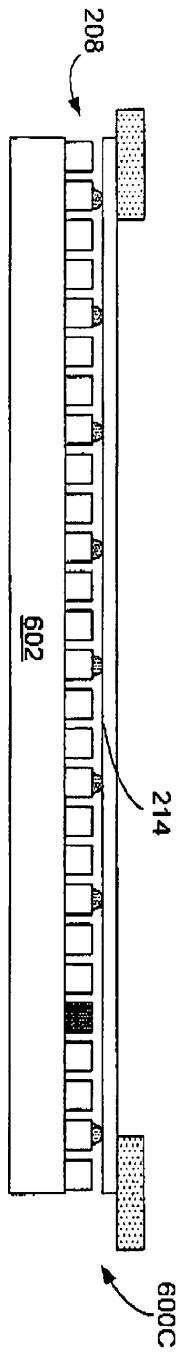
도면6a



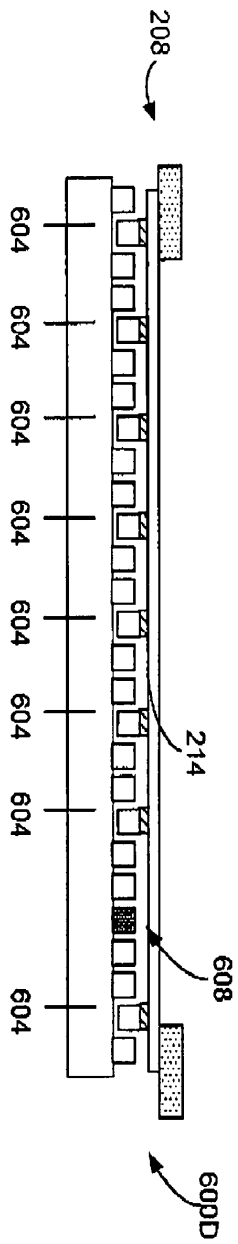
도면6b



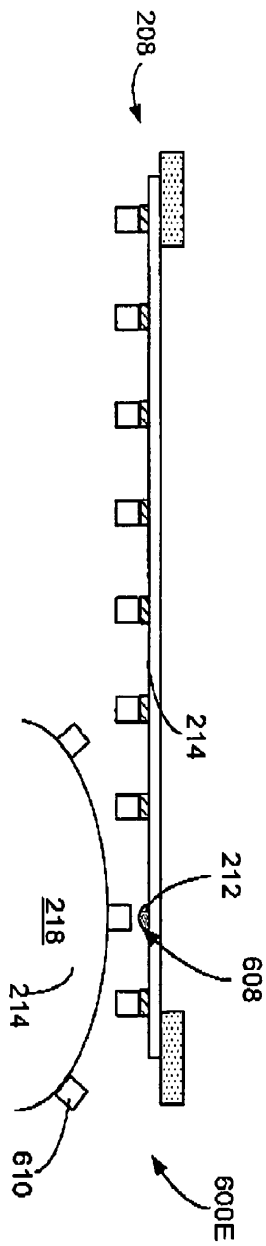
도면6c



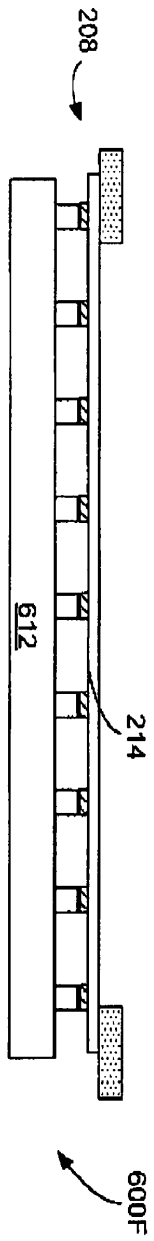
도면6d



도면6e



도면6f



专利名称(译)	用于传输微器件的系统和方法		
公开(公告)号	KR1020190013955A	公开(公告)日	2019-02-11
申请号	KR1020187037850	申请日	2017-06-15
[标]申请(专利权)人(译)	应用材料股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	应用材料公司		
发明人	주, 밍웨이 가나파티아판, 시바파키아 푸, 보이 응, 호우 티. 파티반들라, 나그 비.		
IPC分类号	H01L25/075 H01L21/677		
CPC分类号	H01L25/0753 H01L21/67721 H01L21/6835 H01L22/20 H01L24/75 H01L24/97 H01L33/0095 H01L2221/68322 H01L2221/68354 H01L2221/68368 H01L2221/68381 H01L2224/7598 H01L2224/95136 H01L22/22 H01L24/741 H01L24/83 H01L27/156 H01L33/48		
代理人(译)	Yangyoungjun Baekmangi		
优先权	62/356431 2016-06-29 US 15/270763 2016-09-20 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种用于将微器件放置在基板上的设备，包括：一个或多个用于支撑供体基板和目的基板的支撑件；用于将粘合剂转移到供体基板上的微器件上的粘合剂分配器；以及供体基板上微器件的目的地。一种传送装置，其包括用于传送到基板的传送表面；和一个控制器。控制器被配置为操作粘合剂分配器，以基于目标基板上所选微型装置的期望间隔来选择性地在施主基板上的所选微型装置上供应粘合剂。控制器被配置为操作转移装置，使得转移表面与施主基板上的粘合剂接合，从而将所选的微型装置附着至转移表面，然后将所选的微型装置从施主基板转移至目的基板。成为。

