



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월25일
(11) 등록번호 10-2424487
(24) 등록일자 2022년07월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 3/10 (2006.01) B22F 3/22 (2006.01)
B22F 5/00 (2006.01) B22F 7/04 (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01) H01L 23/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22F 3/1017 (2013.01)
B22F 3/22 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7035949(분할)
(22) 출원일자(국제) 2015년06월12일
심사청구일자 2021년01월13일
(85) 번역문제출일자 2020년12월14일
(65) 공개번호 10-2020-0142123
(43) 공개일자 2020년12월21일
(62) 원출원 특허 10-2019-7003667
원출원일자(국제) 2015년06월12일
심사청구일자 2019년03월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/035566
(87) 국제공개번호 WO 2015/192004
국제공개일자 2015년12월17일
(30) 우선권주장
2873/CHE/2014 2014년06월12일 인도(IN)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130129965 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 18 항

(73) 특허권자
알파 어셈블리 솔루션 인크.
미국 뉴저지 (우편번호 08873) 소머셋 아트리움
드라이브 300 씨드 플로어
(72) 발명자
교샬, 샤믹
인도 방갈로어 560022 예쉬완트푸르 에이치앤티
레이아웃 플래티넘 시티 디-1106
쿠마르, 브이., 사티쉬
인도 방갈로어 560054 마티케레 비하인드 제이.피
파크 반다파 가든 15쓰 크로스 세컨드 플로어
샴21/54
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장훈

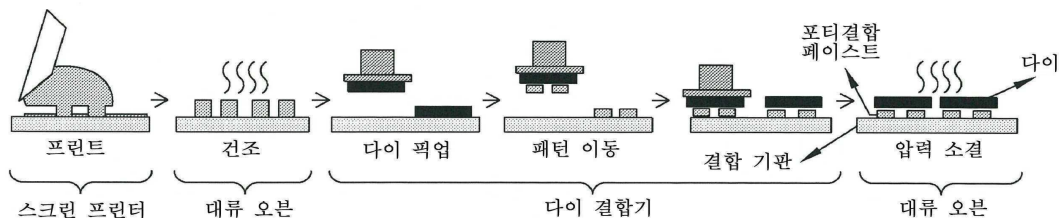
심사관 : 정현진

(54) 발명의 명칭 재료들의 소결 및 그를 이용하는 부착 방법들

(57) 요약

멀티칩 및 플립(flip) 칩들을 포함하는 단일 구성요소들의 다이 부착을 위한 방법들은 소결 페이스트를 기판 상에 또는 다이의 뒷면 상에 프린팅하는 단계를 포함할 수 있다. 프린팅은 스텐실 프린팅, 스크린 프린팅, 또는 디스펜싱(dispensing) 프로세스를 포함할 수 있다. 페이스트는 다이싱(dicing) 이전에 전체 웨이퍼(wafer)의 뒷면 상에, 또는 개별적인 다이의 뒷면 상에 프린팅될 수 있다. 소결 막들이 또한, 제작되고 웨이퍼, 다이 또는 기판으로 이동될 수 있다. 후소결 단계는 처리량을 증가시킬 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

B22F 5/006 (2013.01)
B22F 7/04 (2013.01)
H01L 21/6835 (2013.01)
H01L 24/11 (2013.01)
H01L 24/13 (2013.01)
H01L 24/27 (2013.01)
H01L 24/29 (2013.01)
H01L 24/75 (2013.01)
H01L 24/83 (2013.01)

(72) 발명자

비쉬와나쓰, 파반

인도 방갈로어 560020 쿠마라 파크 웨스트 센트럴 스트리트 13쓰 블록 샵63

판데르, 란짓, 에스.

미국 뉴저지 08536 플레인스보로 제이 코트 4

찬드란, 렘야

인도 방갈로어 560057 티 다사르할리 니어 비살 퍼블릭 스쿨 마쭈쉬리 레이아웃 넘버. 3 하리난다남

무케르제, 수타파

인도 방갈로어 560022 예쉬완트푸르 에이치엠티 메인 로드 플래티넘 시티 디1104

사르카르, 시울리

인도 방갈로어 560032 무니나가파 레이아웃 씨24 프라카쉬 시타텔 어파트먼트

싱, 바와

미국 뉴저지 08053 말톤 클라이즈데일 코트 15

바트칼, 라빈드라, 모한

미국 뉴저지 08816 이스트 브런즈윅 버크샤이어 웨이 48

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110028632 A*
 KR1020070073759 A
 KR1020030069210 A
 JP2007224420 A
 JP2005044986 A
 JP2004095832 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

금속 입자들의 막을 생성하기 위한 방법에 있어서:

0.001 내지 10 마이크로미터의 d_{50} 범위를 가지는 금속 파우더를 포함하는 재료를 기판 상에 도포하는 단계; 및

상기 막을 형성하기 위해 상기 기판 상의 상기 재료를 건조하는 단계를 포함하고,

상기 기판은 릴리스 코팅을 가지는 폴리에스테르이고,

상기 막은 바인더를 포함하고,

상기 바인더는 수지(resin)를 포함하고,

상기 금속 파우더는 코어 셸(core shell) 구조화된 나노입자들을 포함하고, 상기 코어 셸 구조화된 나노입자들은 은 셸(silver shell), 및 구리, 몰리브덴 및 니켈로부터 선택된 코어 금속을 포함하고,

상기 코어 셸 구조화된 나노입자들에서 셸 금속 대 코어 금속의 무게비는 10 내지 90 wt.% 셸 금속 대 90 내지 10 wt.% 코어 금속인, 금속 입자들의 막을 생성하기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 재료를 도포하는 단계는 상기 재료를 프린팅하거나 주조(casting)하는 단계를 포함하는, 금속 입자들의 막을 생성하기 위한 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 재료는 지속 계층에 프린팅되는, 금속 입자들의 막을 생성하기 위한 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 재료는 별개의 형상들의 어레이를 형성하기 위해 프린팅되는, 금속 입자들의 막을 생성하기 위한 방법.

청구항 5

금속 입자들의 계층을 구성요소에 도포하기 위한 라미네이션(lamination) 프로세스에 있어서:

어셈블리(assembly)를 형성하기 위해 상기 구성요소를 중합체 기판 상의 금속 입자들의 계층을 포함하는 막 상에 배치하는 단계;

50 내지 200°C 범위의 열을 상기 어셈블리에 적용하는 단계;

0.05 내지 10MPa 범위의 압력을 상기 어셈블리에 적용하는 단계; 및

상기 어셈블리로부터 상기 구성요소를 릴리싱(releasing)하는 단계를 포함하고, 이에 의해 상기 금속 입자들의 계층은 상기 구성요소 상에 남고 상기 중합체 기판으로부터 분리되고,

상기 금속 입자들은 코어 셸(core shell) 구조화된 나노입자들을 포함하고, 상기 코어 셸 구조화된 나노입자들은 은 셸(silver shell), 및 구리, 몰리브덴 및 니켈로부터 선택된 코어 금속을 포함하고,

상기 중합체 기판은 릴리스 코팅을 가지는 폴리에스테르이고,

상기 막은 바인더를 포함하고,

상기 바인더는 수지(resin)를 포함하고,

상기 코어 셸 구조화된 나노입자들에서 셸 금속 대 코어 금속의 무게비는 10 내지 90 wt.% 셸 금속 대 90 내지 10 wt.% 코어 금속인, 라미네이션 프로세스.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 구성요소는 플립 칩을 포함하는, 라미네이션 프로세스.

청구항 7

부착을 위한 방법에 있어서:

금속 입자들의 막을 기판에 도포하는 단계;

어셈블리를 형성하기 위해 다이(die) 또는 웨이퍼(wafer)를 상기 막 상에 배치하는 단계;

0 초과 40 MPa 미만의 압력을 상기 어셈블리에 적용하는 단계; 및

0.25 초 내지 120 분 동안 160 내지 400℃의 온도로 상기 어셈블리를 소결하는 단계를 포함하고,

상기 금속 입자들은 코어 셸 구조화된 나노입자들을 포함하고, 상기 코어 셸 구조화된 나노입자들은 은 셸(silver shell), 및 구리, 몰리브덴 및 니켈로부터 선택된 코어 금속을 포함하고,

상기 기판은 릴리스 코팅을 가지는 폴리에스테르이고,

상기 막은 바인더를 포함하고,

상기 바인더는 수지(resin)를 포함하고,

상기 코어 셸 구조화된 나노입자들에서 셸 금속 대 코어 금속의 무게비는 10 내지 90 wt.% 셸 금속 대 90 내지 10 wt.% 코어 금속인, 부착을 위한 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

웨이퍼를 다이싱(dicing)함으로써 상기 다이를 형성하는 단계를 더 포함하는, 부착을 위한 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

금속 입자들의 막을 상기 다이 또는 웨이퍼의 뒷면 상에 도포하는 단계를 더 포함하는, 부착을 위한 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

0.5 내지 20 MPa의 압력이 적용되는, 부착을 위한 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

2.0 내지 10 MPa의 압력이 적용되는, 부착을 위한 방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

2.0 내지 10 MPa의 압력이 적용되는, 부착을 위한 방법.

청구항 13

제 7 항에 있어서,
상기 온도는 200℃인, 부착을 위한 방법.

청구항 14

제 7 항에 있어서,
상기 기판은 35 마이크로미터와 75 마이크로미터 사이의 두께를 갖는, 부착을 위한 방법.

청구항 15

제 7 항에 있어서,
5 내지 60 분 동안 300℃의 온도로 상기 어셈블리를 후처리하는 단계를 더 포함하는, 부착을 위한 방법.

청구항 16

제 1 항에 있어서,
중합체 또는 수지를 포함하는 용액을 상기 재료 위에 코팅하는 단계를 더 포함하는, 금속 입자들의 막을 생성하기 위한 방법.

청구항 17

제 5 항에 있어서,
중합체 또는 수지를 포함하는 용액을 상기 금속 입자들의 계층 위에 코팅하는 단계를 더 포함하는, 라미네이션 프로세스.

청구항 18

제 7 항에 있어서,
중합체 또는 수지를 포함하는 용액을 상기 금속 입자들의 막 위에 코팅하는 단계를 더 포함하는, 부착을 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 하나 이상의 양태들은 일반적으로, 다양한 구성요소들의 부착을 위한 방법들에 관한 것이고, 더 구체적으로 재료들의 소결 및 이러한 부착을 위해 이용된 기술들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 소결은 종래의 납땜에 대한 대안적인 기술로서 알려졌다. 소결은 전형적으로, 어셈블리(assembly)의 다양한 구성요소들을 부착하기 위해 고온 및 고압 프로세싱을 수반한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 다양한 구성요소들의 부착을 위한 방법들을 제공하는 것이고, 더 구체적으로 재료들의 소결 및 이러한 부착을 위해 이용된 기술들을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 하나 이상의 실시예들에 따라, 조성물은 약 0.001 내지 약 10 마이크로미터의 d_{50} 범위를 가지는 금속 파우더로서, 약 30 내지 약 95 wt%의 페이스트(paste)를 포함하는, 상기 금속 파우더, 약 50과 약 170℃ 사이의 연화점

(softening point)을 가지는 바인더로서, 약 0.1 내지 약 5 wt%의 페이스트를 포함하는, 상기 바인더, 및 적어도 바인더를 용해하기 위해 위해 충분한 양의 용매를 포함할 수 있다.

- [0005] 일부 실시예들에서, 금속 파우더는 금, 팔라듐, 은, 구리, 알루미늄, 은 팔라듐 합금 또는 금 팔라듐 합금을 포함할 수 있다. 금속 파우더는 은 입자들을 포함할 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 금속 파우더는 나노입자들을 포함할 수 있다. 금속 파우더는 코팅된 금속 입자들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 조성물은 하나 이상의 기능적 첨가제들을 더 포함할 수 있다.
- [0006] 하나 이상의 실시예들에 따라, 막은 약 0.001 내지 약 10 마이크로미터의 d_{50} 범위를 가지는 금속 파우더로서, 약 30 내지 약 95 wt%의 페이스트를 포함하는, 상기 금속 파우더, 약 50과 약 170℃ 사이의 연화점을 가지는 바인더로서, 약 0.1 내지 약 5 wt%의 페이스트를 포함하는, 상기 바인더, 및 적어도 바인더를 용해하기 위해 충분한 양의 용매를 포함하는 조성물의 계층을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 막은 약 5 내지 약 300 마이크로미터의 건조 두께를 가질 수 있다.
- [0007] 일부 실시예들에서, 조성물의 계층은 중합체, 유리, 금속 또는 세라믹 기판 상에 있다. 중합체 기판은 폴리에스테르를 포함할 수 있다. 중합체 기판은 릴리스 코팅을 포함할 수 있다.
- [0008] 하나 이상의 실시예들에 따라, 금속 입자들의 막을 생성하기 위한 방법은 약 0.001 내지 약 10 마이크로미터의 d_{50} 범위를 가지는 금속 파우더를 포함하는 재료를 기판 상에 도포하는 단계, 및 막을 형성하기 위해 기판 상의 재료를 건조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 일부 실시예들에서, 기판은 중합체 기판을 포함할 수 있다. 재료를 도포하는 단계는 재료를 프린팅하거나 주조(casting)하는 단계를 포함할 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 재료는 별개의 형상들의 어레이를 형성하기 위해 프린팅될 수 있다. 다른 실시예들에서, 재료는 별개의 형상들의 어레이를 형성하기 위해 프린팅될 수 있다. 일부 실시예들에서, 방법은 재료를 준비하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 하나 이상의 실시예들에 따라, 금속 입자들의 계층을 구성요소에 도포하기 위한 라미네이션(lamination) 프로세스는 어셈블리를 형성하기 위해 구성요소를 중합체 기판 상의 금속 입자들의 계층을 포함하는 막 상에 배치하는 단계, 약 50 내지 175℃ 범위의 열을 어셈블리에 적용하는 단계, 약 0.05 내지 약 3 MPa 범위의 압력을 어셈블리에 적용하는 단계, 및 어셈블리로부터 구성요소를 릴리스(releasing)하는 단계를 포함할 수 있고, 이에 의해 금속 입자들의 계층은 구성요소 상에 남고 중합체 기판으로부터 분리된다. 일부 실시예들에서, 막은 실질적으로, 구성요소와 동일한 크기일 수 있다.
- [0011] 하나 이상의 실시예들에 따라, 부착을 위한 방법은 금속 입자들의 막을 기판에 도포하는 단계, 어셈블리를 형성하기 위해 다이(die)를 막 상에 배치하는 단계, 약 40 MPa 미만의 압력을 어셈블리에 적용하는 단계, 및 약 0.25 초 내지 약 30 분 동안 약 175 내지 약 400℃의 온도로 어셈블리를 소결하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 일부 실시예들에서, 약 0.5 내지 약 20 MPa의 압력이 적용될 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 약 2.0 내지 약 10 MPa의 압력이 적용될 수 있다.
- [0013] 하나 이상의 실시예들에 따라, 부착을 위한 방법은 금속 입자들의 막을 웨이퍼(wafer)의 뒷면 상에 도포하는 단계, 복수의 다이를 형성하기 위해 웨이퍼를 다이싱(dicing)하는 단계, 어셈블리를 형성하기 위해 적어도 하나의 다이를 기판 상에 배치하는 단계, 약 40 MPa 미만의 압력을 어셈블리에 적용하는 단계, 및 약 0.25 초 내지 약 30 분 동안 약 175 내지 약 400℃의 온도로 어셈블리를 소결하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 약 2.0 내지 약 10 MPa의 압력이 적용될 수 있다.
- [0014] 하나 이상의 실시예들에 따라, 부착을 위한 방법은 금속 입자들의 막을 다이의 뒷면 상에 도포하는 단계, 어셈블리를 형성하기 위해 다이를 기판 상에 배치하는 단계, 약 40 MPa 미만의 압력을 어셈블리에 적용하는 단계, 및 약 0.25 초 내지 약 30 분 동안 약 175 내지 약 400℃의 온도로 어셈블리를 소결하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 약 2.0 내지 약 10 MPa의 압력이 적용될 수 있다.
- [0015] 하나 이상의 실시예들에 따라, 금속 입자들의 막을 생성하기 위한 방법은 약 0.001 내지 약 10 마이크로미터의 d_{50} 범위를 가지는 금속 파우더를 포함하는 재료를 기판 상에 도포하는 단계, 및 막을 형성하기 위해 기판 상의 재료를 건조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 하나 이상의 실시예들에 따라, 금속 입자들의 계층을 구성요소에 도포하기 위한 라미네이션 프로세스는 어셈블리를 형성하기 위해 구성요소를 중합체 기판 상의 금속 입자들의 계층을 포함하는 막 상에 배치하는 단계, 약

50 내지 200℃ 범위의 열을 어셈블리에 적용하는 단계, 약 0.05 내지 약 10 MPa 범위의 압력을 어셈블리에 적용하는 단계, 및 어셈블리로부터 구성요소를 릴리싱하는 단계를 포함할 수 있고, 이에 의해 금속 입자들의 계층은 구성요소 상에 남고 중합체 기관으로부터 분리된다.

[0017] 하나 이상의 실시예들에 따라, 부착을 위한 방법은 금속 입자들의 막을 기관에 도포하는 단계, 어셈블리를 형성하기 위해 다이 또는 웨이퍼를 막 상에 배치하는 단계, 약 40 MPa 미만의 압력을 어셈블리에 적용하는 단계, 및 약 0.25 초 내지 약 120 분 동안 약 160 내지 약 400℃의 온도로 어셈블리를 소결하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 여전히 다른 양태들, 실시예들, 및 이들 예시적인 양태들 및 실시예들의 장점들은 하기에 상세하게 논의된다. 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 명세서에 개시된 원리들 중 적어도 하나와 일치하는 임의의 방식으로 다른 실시예들과 조합될 수 있고, "일 실시예", "일부 실시예들", "일 대안적인 실시예", "다양한 실시예들", "하나의 실시예" 등에 대한 참조들은 반드시 상호 배타적인 것은 아니고 설명된 특정한 특징, 구조, 또는 특성이 적어도 하나의 실시예에 포함될 수 있음을 나타내도록 의도된다. 본 명세서에서의 이러한 용어들의 출현들은 반드시 모두가 동일한 실시예를 참조하고 있는 것은 아니다.

[0019] 적어도 하나의 실시예의 다양한 양태들은, 치수대로 도시되도록 의도되지 않는 첨부된 도면들에 관하여 하기에 논의된다. 도면들은 다양한 양태들 및 실시예들의 예시 및 또 다른 이해를 제공하도록 의도되고, 본 명세서의 일부에 통합되고 상기 본 명세서의 일부를 구성하지만, 본 발명의 제한들의 정의로서 의도되지 않는다. 도면들에서의 기술적 특징들, 상세한 설명 또는 임의의 청구항 다음에 참조 부호들이 뒤따르는 경우에, 참조 부호들은 도면들 및 설명의 이해도(intelligibility)를 증가시킬 유일한 목적을 위해 포함되었다. 도면들에서, 다양한 도면들에 도시되는 각각의 동일하거나 거의 동일한 구성요소는 유사한 부호에 의해 표현된다. 명료성의 목적들을 위해, 모든 구성요소들이 모든 도면에서 라벨링(labeling)될 수 있는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1a 내지 도 1d는 하나 이상의 실시예들에 따른 기관에 적용된 제형(formulation)의 비 제한적 예들을 도시한 도면들.

도 2는 하나 이상의 실시예들에 따른 스탬핑(stamping) 프로세스를 도시한 도면.

도 3은 하나 이상의 실시예들에 따른 스탬핑 지지부(support)를 도시한 도면.

도 4는 하나 이상의 실시예들에 따른 스탬핑 포일(foil)들의 예들을 도시한 도면.

도 5는 하나 이상의 실시예들에 따른 다이 라미네이션 프로세스를 도시한 도면.

도 6은 하나 이상의 실시예들에 따른 다이 부착 접근법의 약도(schematic)를 제공하는 도면.

도 7a 및 도 7b는 하나 이상의 실시예들에 따른 증착 기술들의 비 제한적 예들을 도시한 도면들.

도 8은 하나 이상의 실시예들에 따른 다이의 뒷면 상에 프린팅하는 프로세스를 도시한 도면.

도 9는 하나 이상의 실시예들에 따른 도 8의 프로세스에 의해 부착된 다이의 일례를 도시한 도면.

도 10은 하나 이상의 실시예들에 따른 도 9의 부착의 단면도.

도 11은 하나 이상의 실시예들에 따른 막을 이동시키기 위한 프로세스를 도시한 도면.

도 12a 내지 도 12c는 하나 이상의 실시예들에 따른 막들의 예들을 제공하는 도면들.

도 13은 예 1에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 나노은 페이스트로 프린팅된 리드 프레임(lead frame)을 도시한 도면.

도 14는 예 1에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 프로세스 온도 프로파일(profile)의 약도를 제공하는 도면.

도 15는 예 1에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 부착된 다이들을 갖는 리드 프레임을 도시한 도면.

도 16은 예 1에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 접합부분(join)의 단면을 도시한 도면.

도 17은 예 1에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 초음파 현미경(acoustic microscope) 이미지 데이터를 도시한 도면.

도 18 및 도 19는 예 2에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 프로세스들에 의해 부착된 다이를 도시한 도면들.

도 20a 내지 도 20c는 예 3에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 라미네이션 프로세스를 도시한 도면들.

도 21은 예 4에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 다이 시어(shear) 테스트 데이터를 도시한 도면.

도 22a 및 도 22b는 예 6에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 데이터를 제공하는 도면들.

도 23a 및 도 23b는 예 6에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 데이터를 제공하는 도면들.

도 24 및 도 25는 하나 이상의 실시예들에 따른 플립(flip) 칩들에 수반하는 방법들에 관한 약도들을 제공하는 도면들.

도 26 및 도 27은 예 7에서 논의된 하나 이상의 실시예들에 따른 데이터를 제공하는 도면들.

도 28 내지 도 31은 하나 이상의 첨부된 예들에 따른 데이터를 제공하는 도면들.

도 32는 하나 이상의 실시예들에 따른 방법을 프로세싱하는 약도를 제공하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021]

하나 이상의 실시예들에 따라, 제 1 구성요소는 신뢰가능하게, 제 2 구성요소에 부착될 수 있다. 일부 실시예들은 실질적으로 동일한 결과들을 성취하면서 종래의 소결 프로세스들과 비교하여 상대적으로 저압 및 상대적으로 저온에서의 소결을 수반할 수 있다. 일부 실시예들에서, 전자 구성요소들이 부착될 수 있다. 다른 실시예들에서, 비 전자 구성요소들이 부착될 수 있다. 고 신뢰성 및 유연한 결합 라인 두께와의 및 전기 전도성 결합들이 제공될 수 있다. 하나 이상의 실시예들은 소결 다음에 실질적으로 균일한 결합 라인 두께를 촉진할 수 있다. 공극률, 열 및 기계적 속성들은 또한, 실질적으로 균일할 수 있다. 일부 비 일시적 실시예들에서, 약 2 마이크로미터 내지 약 100 마이크로미터 범위의 두께를 가지는 결합 라인이 성취될 수 있다. 크고 작은 영역들 둘 모두에 걸친 결합 라인 두께의 제어 및 균일성이 성취될 수 있다. 일부 실시예들에서, 프로세싱 동안의 재료의 손실이 감소될 수 있고, 이는 종래의 부착 프로세스들과 비교하여 적어도 약 15% 내지 약 20%의 전체 비용 절약을 야기할 수 있다. 실시예들은 또한, 더 적은 자본 비용들과 연관될 수 있다. 유기성 잔재물은 또한, 후처리가 필요하지 않을 수 있도록 이롭게 감소될 수 있다. 일부 실시예들에서, 리드 없는 결합들은 인터메탈릭스(intermetallics) 없이 형성된다. 프로세싱의 용이성은 또한, 고 수율, 고 처리량 제조 프로세스들을 가능하게 하는 하나 이상의 실시예들에 따라 인식될 수 있다. 압력 및 열의 적용을 위한 다양한 프로세스들이 가능해질 수 있다. 하나 이상의 실시예들에 따른 재료들의 소결 및 기술들은 하이브리드 전기 차량들, 태양 전지들을 포함하는 풍력 및 태양열 발전, 교통, 산업용 애플리케이션들, 소비자 전자장치 및 원격통신들을 포함하는 다양한 산업들에서 적용가능성을 발견할 수 있다.

[0022]

하나 이상의 실시예들에 따라, 소결 재료는 다양한 구성요소들의 부착을 용이하게 하기 위해 이용될 수 있다. 소결 재료는 다양한 형태들로 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 소결 재료는 예를 들면, 잉크 또는 페이스트로서 직접적으로 이용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 소결 재료는 소결 막의 형성을 위해 이용될 수 있다. 소결 막은 종래의 소결 페이스트 대신에 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 소결 막은 유체 소결 제형을 기관에 도포하고 그 다음, 기관 상의 제형을 건조시킴으로써 생성될 수 있다. 막은 후속적으로, 구성요소들의 부착을 용이하게 하기 위해 라미네이션 프로세스를 통해 이동될 수 있다.

[0023]

하나 이상의 실시예들에 따라, 임의의 형태로 이용하기 위한 소결 재료는 일반적으로, 금속 파우더, 바인더 및 용매를 포함할 수 있다. 다양한 금속들이 의도된 적용에 의존하여 이용될 수 있다. 부착될 하나 이상의 구성요소들의 속성들, 또는 온도 및 압력과 같은 구현된 부착 프로세스와 연관된 하나 이상의 프로세스 조건들은 제형을 위한 금속 파우더의 선택에 영향을 미친다. 은, 금, 구리, 팔라듐 및 알루미늄은 이용될 수 있는 금속 파우더들의 일부 비 제한적 예들이다. 일부 실시예들에서, 은 팔라듐 합금 및 금 팔라듐 합금과 같은 금속들의 혼합물이 또한, 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 금속들, 금속들의 합금들 또는 혼합물 및 합금들이 이용될 수 있다.

[0024]

하나 이상의 실시예들에 따라, 금속 파우더의 입자 크기는 의도된 적용을 위해 제형의 원하는 특성들에 기초하여 달라질 수 있다. 일부 실시예들에서, 약 0.001부터 약 100 마이크로미터까지의 d_{50} 범위를 갖는 금속 파우더가 이용될 수 있다. 특정 실시예들에서, 약 0.001부터 약 10 마이크로미터까지의 d_{50} 범위를 갖는 금속 파우더가

이용될 수 있다. 하나 이상의 실시예들에서, 약 0.001부터 약 0.01 마이크로미터까지의 d_{50} 범위를 갖는 금속 파우더가 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 금속 파우더의 입자 크기는 미소할 수 있다. 일부 실시예들에서, 입자 크기는 약 10 내지 약 100 나노미터일 수 있다. 여전히 다른 실시예들에서, 입자 크기는 약 10 내지 약 60 나노미터일 수 있다. 적어도 하나의 비 제한적 실시예에서, 입자 크기는 약 20 나노미터일 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 나노 입자들이 이용될 수 있다.

[0025] 특정 실시예들에서, 입자들은 매우 조작될 수 있다. 일부 실시예들에서, 금속 파우더의 입자들은 코팅되거나 캡핑(capping)될 수 있다. 코팅들의 일부 비 제한적 예들은 지방산들, 지방산 아민들 및 녹말을 포함한다. 코팅의 양은 약 0.1 내지 약 20 가중치 퍼센트의 제형을 구성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 코팅은 바람직하게, 약 1 가중치 퍼센트 미만의 제형을 구성할 수 있다. 적어도 일부 비 제한적 실시예들에서, 코팅은 약 0.5 내지 약 0.8 가중치 퍼센트의 제형을 구성할 수 있다. 다른 실시예들에서, 금속 파우더의 입자들은 코팅되지 않거나 캡핑되지 않을 수 있다. 금속 파우더를 위한 금속 입자들은 다양한 기술들에 의해 형성될 수 있다. 적어도 하나의 비 제한적 실시예에서, 제형에서 이용하기 위한 금속 파우더는, 이에 의해 모든 목적들을 위해 전체적으로 참조로써 본 명세서에 통합되는, 파라샤르(Parashar), 등에 의한 미국 특허 제 7,968,008 호에서 설명된 바와 같이 생성될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 금속 파우더는 약 30 내지 약 95 가중치 퍼센트의 제형을 구성할 수 있다. 적어도 하나의 특정한 실시예에서, 금속 파우더는 약 80 가중치 퍼센트의 제형을 구성할 수 있다.

[0026] 하나 이상의 실시예들에 따라, 바인더는 건조 다음에 힘 및 유연성을 막에 제공할 수 있다. 바인더는 또한, 제형의 부착을, 그것이 막 형성을 용이하게 하기 위해 증착되는 기관에 제공할 수 있다. 바인더는 또한, 막의 부착을, 그것이 라미네이션 프로세스를 통해 이동되는 기관에 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 다양한 수지들 또는 로진들이 바인더를 위해 이용될 수 있다. 이용될 라미네이션 및 부착 프로세스들과 연관된 조건들 및 파라미터들은 바인더 선택에 영향을 미칠 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 바인더는 약 50°C와 약 170°C 사이의 연화점을 가질 수 있다. 하나의 비 제한적 실시예에서, 이스트만(Eastman)으로부터 상업적으로 이용가능한 포랄린(Foralyn)TM E 부분 수소화 로진 에스테르와 같은, 약 90°C의 연화점을 갖는 바인더가 이용될 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 바인더는 약 0.5 내지 약 5 가중치 퍼센트의 제형을 구성할 수 있다.

[0027] 하나 이상의 실시예들에 따라, 제형은 또한, 하나 이상의 기능적 첨가제들을 포함할 수 있다. 첨가제들은 일반적으로, 기관에 대한 부착 및 재료의 소결 거동(behavior)을 개선할 수 있다. 첨가제들의 비 제한적 예들은 유기산들, 아민들, 은 유기금속 화합물들과 같은, 염소화되거나 브롬화된 디올들 또는 유기금속 화합물들을 포함한다. 다른 것들은 공통적으로, 당업자들에게 공지될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 기능적 첨가제들은 약 0.1 내지 약 2 가중치 퍼센트의 제형을 구성할 수 있다.

[0028] 하나 이상의 실시예들에 따라, 다양한 용매들은 제형에 존재하는 바인더 및 임의의 첨가제들을 용해하기 위해 이용될 수 있다. 알콜들, 디올들, 글리콜들 또는 그의 조합들과 같지만 그들로 제한되지 않는 것과 같은 다양한 용매들이 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 테르피네올은 바람직한 용매일 수 있다. 다른 비 제한적 실시예들에서, 테르피네올 및 부틸 카르비톨의 혼합이 이용될 수 있다. 여전히 다른 비 제한적 실시예들에서, 테르피네올, 부틸 카르비톨 및 아이소프로판올의 혼합이 이용될 수 있다. 존재하는 용매의 양은 점성과 같은, 결과로 발생하는 제형의 원하는 속성들에 의존하여 달라질 수 있다. 바람직한 점성은 선택된 증착 기술과 같은, 의도된 이용에 의존할 수 있다. 예를 들면, 프린팅 접근법은, 제형이 잉크를 대표하는 하나 이상의 특성들을 보여줄 수 있도록 더 낮은 점성을 요구할 수 있다. 분사(Spraying)는 또한, 더 낮은 점성과 연관될 수 있다. 타이프캐스팅(typecasting)과 같은, 다른 증착 기술들은 일반적으로, 더 높은 점성 제형들과 연관될 수 있다. 일부 실시예들에서, 더 높은 점성 제형들은 페이스트를 대표하는 하나 이상의 특성들을 보여줄 수 있다. 제형으로부터 소결 막을 형성하는 것이 바람직한 실시예들에서, 점성은 그 프로세스를 용이하게 하기 위해 그에 따라 조정될 수 있다. 용매 시스템에 대한 금속 파우더, 바인더 및/또는 첨가제들의 로딩>Loading)은 일반적으로, 점성 또는 다른 물리적 특성을 조작하기 위해 조정될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 제형의 점성은 약 10 내지 약 200,000 cP의 범위에 있을 수 있다. 적어도 하나의 특정한 비 제한적 실시예에서, 점성은 25°C에서 약 800 cP일 수 있다.

[0029] 하나 이상의 실시예들에 따라, 제형은 구성요소들을 혼합함으로써 준비될 수 있다. 플랜터리(planetary) 혼합기, 오비탈(orbital) 혼합기 또는 초음파 혼합기와 같은, 당업자들에게 공지된 다양한 혼합 디바이스들 및 기술들이 구현될 수 있다. 밀링(Milling)은 또한, 일부 실시예들에서 예를 들면, 원하는 텍스처(texture)를 보장하도록 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제형은 소결 프로세스에서 직접적으로 이용될 수 있다. 예를 들면, 제형은 구성요소에 직접적으로 적용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 제형은 소결 막에 대한 전구체

(precursor)일 수 있다. 막은 소결 어셈블리 프로세스에서 페이스트에 대한 대체물로서 이용될 수 있다.

[0030] 하나 이상의 실시예들에 따라, 제형은 지지 계층 또는 기판에 적용되고 그 다음, 막을 형성하기 위해 건조될 수 있다. 기판은 일반적으로, 용이하고 신뢰가능한 취급을 위해 적절한 부착 및 지지부를 건조된 막에 제공해야 한다. 기판은 단단하거나 유연할 수 있다. 기판의 두께는 달라질 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 기판은 그 두께가 약 35 마이크론과 약 75 마이크론 사이일 수 있다. 기판은 또한, 예를 들면 라미네이션 프로세스 동안, 막을 용이하게 릴리싱해야 한다. 기판은 일반적으로, 제형의 용매들에 의해 영향을 받지 않아야 하고 막 건조 및 후속 라미네이션 온도들에서 안정적이어야 한다. 일부 실시예들에서, 기판은 중합체 기판일 수 있다. 적어도 하나의 비 제한적 실시예에서, 기판은 폴리에스테르 기판일 수 있다. 다른 실시예들에서, 유리, 금속, 종이 또는 세라믹 기판이 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 기판은 릴리스 계층 또는 코팅을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 실리콘 또는 알루미늄과 같은 재료들은 기판 또는 기판 코팅으로서 이용될 수 있다. 적어도 하나의 비 제한적 실시예에서, 기판은 생 고배(Saint-Gobain)으로부터 상업적으로 이용가능한 실리콘 릴리스 코팅을 갖는 폴리에스테르 막일 수 있다. 일부 실시예들에서, 기판은 어셈블리 동작 동안 테이프 앤드 릴 디스펜싱(tape-and-reel dispensing)을 용이하게 하도록 의도될 수 있다.

[0031] 하나 이상의 실시예들에 따라, 제형은 당업자들에게 공지된 다양한 기술들을 이용하여 막 형성을 위해 기판에 적용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 프린팅 기술이 이용될 수 있다. 프린팅 기술들의 비 제한적 예들은 잉크젯, 패드, 스크린, 스텐실(stencil), 테이프 캐스터(tape caster), 그라비아(gravure) 및 오프셋 프린팅을 포함한다. 다른 증착 방법들은 재주조(recasting) 및 분사(spray) 기술들을 포함할 수 있다. 상기 논의된 바와 같이, 제형의 하나 이상의 물리적 속성들은 의도된 증착 기술에 기초하여 조정될 수 있다. 제형의 증착은 실질적으로 기판의 전체 표면을 따라 계속적일 수 있거나 기판 표면에 대해 별개의 형상일 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 제형은 결과로 발생하는 막을 이용하여 부착될 다이와 같은, 구성요소의 면적에 대응하는 형상들 및/또는 크기들로 기판 상에 도포될 수 있다. 임의의 기하학적 구조 및 임의의 면적이 구현될 수 있다. 기판에 적용된 제형의 일부 비 일시적 실시예들이 도 1a 내지 도 1d에 도시된다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 약 0.1 내지 약 500 밀리미터의 지름을 갖는 원형들이 증착될 수 있다. 다른 비 제한적 실시예들에서, 약 0.1 내지 약 500 밀리미터의 길이 또는 폭을 가지는 직사각형들이 기판 위에 증착될 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 제형은 기판 상에 패턴으로 적용될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 기판에 적용된 형상들 및 크기들은 어셈블리 동작 동안 테이프 앤드 릴 디스펜싱을 용이하게 하도록 의도될 수 있다.

[0032] 증착 후에, 적용된 제형은 예를 들면, 배치(batch) 또는 연속 오븐에서 기판상에서 건조될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 증착된 제형은 약 30 분 동안 대략 130℃의 온도로 건조될 수 있다. 결과로 발생하는 막들의 건조 두께는 증착 기술 및 의도된 적용에 의존하여 달라질 수 있다. 건조 두께는 하나 이상의 비 제한적 실시예들에 따라 약 5로부터 약 1000 마이크론까지 일 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 막들은 약 5 내지 약 300 마이크론의 건조 두께를 가질 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 막들은 자립형(free standing)일 수 있다. 예를 들면, 약 100으로부터 약 300 마이크론까지의 건조 두께를 가지는 막들은 하나 이상의 실시예들에 따라 기판으로부터 제거되고 후속 라미네이션 및 부착을 위해 자립형 막들로서 이용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 그리고 상대적으로 더 얇은 막들의 경우에, 기판은 라미네이션 프로세스 동안의 제거까지 막에 대해 손상되지 않은 채로 남을 수 있다.

[0033] 하나 이상의 실시예들에 따라, 막은 소결 어셈블리 프로세스에서 페이스트에 대한 대체물로서 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 막을 이용하는 것은 소결 프로세스에서와 같은, 어셈블리 프로세스에서 열 및 압력을 적용하기 위한 상이한 프로세스들을 가능하게 할 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 막을 이용하는 것은 어셈블리 동작에서 적어도 하나의 프로세스 단계를 삭제할 수 있다. 하기에 논의된 바와 같이, 소결 막은 어셈블리를 용이하게 하기 위해 워크사이드(workside)에 또는 기판 측 상에 도포될 수 있다. 워크사이드에 대해, 웨이퍼는 하나 이상의 실시예들에 따라 복수의 라미네이트된 다이들을 형성하기 위해 라미네이트되고 그 다음, 다이싱될 수 있다. 다른 실시예들에서, 웨이퍼는 먼저, 다이싱될 수 있고 그 다음 개별적인 다이의 라미네이션이 뒤따른다.

[0034] 하나 이상의 실시예들에 따라, 부착 프로세스에서의 제 1 단계는 구성요소 또는 기판에 대한 막의 라미네이션일 수 있다. 라미네이션 동안, 소결 막은 다이, 디바이스, 웨이퍼, 기판, 직접 결합된 구리(direct bonded copper; DBC), 리드 프레임, 금속 디스크 또는 다른 요소에 도포될 수 있다. 라미네이트된 구성요소는 후속적으로, 기판에 부착될 수 있다. 라미네이트된 기판은 후속적으로, 하나 이상의 구성요소들을 수신할 수 있다. 막은 라미네이션을 용이하게 하기 위해 막 형성에 대해 상기 설명된 바와 같이 지지 계층에 부착될 수 있다. 일부 실시예들에서, 막은 라미네이트되는 요소와 비교할 때 그 면적이 훨씬 더 큰 블랭킷(blanket) 막일 수 있다. 다른 실시예들에서, 막은 일반적으로, 라미네이트되는 요소와 실질적으로 동일한 크기이거나 그보다 작게 되도록 패턴링

(patterning)될 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 막은 그 다음, 라미네이션을 통해 이동되는 특정 적용에서 사용하기 위해 특정 패턴으로 위치된 하나 이상의 침적물(deposit)들을 포함할 수 있다. 라미네이션은 일반적으로, 이동 또는 스탬핑 프로세스를 통해 수행될 수 있다. 라미네이션 동안 막의 소결을 회피하는 것이 일반적으로 바람직하다.

[0035] 이동 접근법에서, 막은 후속적으로 하나 이상의 구성요소들을 수신할 기판에 라미네이팅될 수 있다. 이동 접근법 동안, 막은 기판 예를 들면, 직접 결합된 구리(DBC) 기판, 실리콘 웨이퍼 기판, 열 확산기 또는 압전기 기판 상에 위치될 수 있다. 막은 어셈블리를 형성하기 위해 롤러 또는 프레스 라미네이터(press laminator)와 같은 다른 적절한 장비를 이용하여 프레스될 수 있다. 열 및 압력이 그 다음, 적용될 수 있다. 열 및 압력은 동시에 또는 순차적으로 적용될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 어셈블리는 약 50℃ 내지 약 175℃의 온도에 영향을 받을 수 있다. 적어도 하나의 비 제한적 실시예에서, 약 130℃의 온도가 이용될 수 있다. 열은 적외선, 유도, 전도, 대류, 방사, 및 초음파를 포함하는 다양한 공지된 기술들을 이용하여 적용될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 가열된 배치 툴(placement tool) 또는 가열된 가압판(platen)이 이용될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 어셈블리는 약 0.05 내지 약 3 MPa의 압력에 영향을 받을 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 약 0.2 내지 약 1 MPa의 압력이 이용될 수 있다. 열 및 압력은 일반적으로, 약 1 분 미만과 같은, 상대적으로 짧은 시간 기간 동안 적용될 수 있다. 일부 특정 실시예들에서, 열 및 압력은 약 10 내지 약 60 초 동안 적용될 수 있다.

[0036] 스탬핑 접근법에서, 막은 다양한 크기들의 웨이퍼 또는 다이와 같은, 구성요소에 도포될 수 있다. 스탬핑 프로세스는 도 2에 도시된다. 다이 배치 기계와 같은 담당자들에게 공지된 장비가 라미네이션을 용이하게 하기 위해 이용될 수 있다. 적어도 일부 비 제한적 실시예들에서, 막은 구성요소의 뒷면에 부착될 수 있다. 상기 언급된 범위들에서의 열 및 압력은 그 다음, 상대적으로 짧은 시간 기간 동안 적용될 수 있다. 하나의 비 제한적 실시예에서, 제 1 및 제 2 가압판들은 약 130℃로 가열될 수 있다. 약 1 MPa의 압력이 적용될 수 있다. 다이 크기는 적용된 원하는 힘에 영향을 미칠 수 있다. 체류 시간(Dwell time)은 일반적으로 어셈블리를 완전히 가열하기 위해 필요한 지속시간에 의존할 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 체류 시간은 약 3 분일 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 체류 시간은 약 20 내지 100 밀리초일 수 있다.

[0037] 지지부는 스탬핑 프로세스 동안 라미네이션을 용이하게 하기 위해 이용될 수 있다. 고무 패드들, 에칭(etching)된 포일들, 공동들을 갖는 구조체들 또는 다른 재료들이 지지부를 위해 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 지지 구조체는 지지 계층으로부터 막의 일부를 없애기(stamp out)위해 절삭 조치를 생성할 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 스테인리스 스틸 공동 에칭된 포일은 스탬핑 지지부로서 이용될 수 있다. 포일은 임의의 원하는 두께 및 나머지 막의 양호한 반복성과 강도를 보장하는 공동들 사이의 임의의 원하는 공간을 가질 수 있다. 도 3은 일례로서 스탬핑 포일을 이용하는 스탬핑 지지부의 개념을 제공한다. 도 4는 1mm 및 2mm 이격된 공동들을 각각 가지는 포일들의 예를 제공한다. 다른 실시예들에서, 실리콘 고무 패드와 같은, 고무 패드가 스탬핑 지지부로서 이용될 수 있다. 패드의 두께는 달라질 수 있고 일부 비 제한적 실시예들에서, 그 두께는 약 3mm일 수 있다. 여전히 다른 실시예들에서, 프록시 또는 플라스틱 또는 금속판과 같은 경(hard) 기판이 지지부를 위해 이용될 수 있다. 지지부는 또한, 프로세싱 동안 어셈블리를 보호하고/하거나 장비에 대한 부착을 회피하도록 기능할 수 있다. 최적의 툴링(tooling)은 다이 면적 및 다른 인자들에 의존할 수 있다. 예를 들면, 고무 또는 포일 지지부는 또 다른 적용보다 하나의 적용을 위해 더 양호할 수 있다. 스탬핑 동안 막을 유지하기 위한 시스템은 동작을 용이하게 하기 위해 이용되고 동작 동안 막을 보호하는 것을 도울 수 있다.

[0038] 데이터콘(Datacon) 2200 EVO 다이 결합기를 이용하는 다이 라미네이션을 위한 스탬핑 프로세스의 비 제한적 예가 도 5에 도시된다. 결합기는 다이 고정구 또는 다이싱 테이프로부터 다이를 집어 올린다. 다이 고정 툴은 약 130℃로 가열된다. 다이는 그 다음, 약 50N 힘으로 은 막 상에 놓여진다. 결과적으로, 다이의 면적과 실질적으로 동일한 면적을 가지는 막의 일부는 다이의 뒷면 상에 라미네이팅된다. 라미네이팅된 다이들은 그 다음, 예를 들면 소결을 통해 DBC 기판 또는 리드 프레임에 대한 또 다른 부착을 위해 와플 팩(waffle pack)으로 수집된다.

[0039] 일부 실시예들에서, 라미네이팅된 구성요소는 라미네이션 프로세스를 완료하기 위해 베이킹(baking)될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 라미네이팅된 구성요소는 약 130℃로 약 한 시간 동안 베이킹될 수 있다. 라미네이션 프로세스 예를 들면 이동 또는 스탬핑 프로세스의 완료 시에, 막이 부착된 지지 계층이 제거될 수 있다. 라미네이팅된 기판 또는 구성요소는 이제, 금속 입자들의 증착된 막을 포함할 수 있다. 일부 특정 실시예들에서, 막은 나노금속 입자들의 막일 수 있다. 적어도 하나의 비 제한적 실시예에서, 막은 나노은 입자들의 막일 수 있다. 상기 언급된 바와 같이, 지지 계층은 대안적으로, 상대적으로 더 굵은 막을 포함하는 것들

과 같은, 하나 이상의 실시예들에 따른 라미네이션 이전에 자립형 막을 생성하기 위해 제거될 수 있다.

[0040]

하나 이상의 실시예들에 따라, 막 또는 페이스트와 같은, 소결 재료의 계층은 다이 측 상에 증착될 수 있다. 다른 실시예들에서, 소결 재료의 계층은 기판 측 상에 증착될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 소결 막 또는 페이스트는 은 나노입자들과 같은, 은 입자들을 포함할 수 있다. 나노은 재료는 예를 들면, 약 130℃ 이상의 온도들에서 소결하기 시작할 수 있다. 소결 재료는 예를 들면, 기판과 다이, 디바이스 또는 다른 객체와 같은 요소 사이의 매우 신뢰가능한 결합을 생성하도록 기능할 수 있다. 압력은 열과 동시에, 또는 소결 온도로 가열하기 이전에 적용될 수 있다. 압력이 가열 후에 적용되면, 소결 재료의 하나 이상의 이득들 예를 들면, 저압 소결, 고속 소결 시간들, 또는 신뢰가능한 결합을 형성하기 위한 능력이 손실될 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 멀티칩 디바이스들에 대해, 칩 배치 및 소결은 2개의 상이한 프로세스 단계들로 수행될 수 있다. 기판에 소결 재료를 도포하는 것은 단일 다이 패키지들 및 멀티칩 패키지들을 위한 프로세스에 제한들을 부과할 수 있다. 예를 들면, 기판은 압력 및 열이 적용되기 전에 소결 온도 아래에서 유지되어야 한다. 기판의 빠른 가열은 고속 생성을 위해 바람직할 수 있다. 기판이 전형적으로, 가장 큰 열 질량일 수 있음을 고려하면, 이것은 프로세스 주기 시간을 느리게 할 수 있다. 하나 이상의 실시예들에 따라, 어셈블리의 다이 측에 소결 재료를 도포하는 것은 기판이 소결 온도들로 가열되는 것을 가능하게 할 수 있고 프로세스 주기 시간들을 감소시킬 수 있다. 배치 및 소결은, 기판이 소결 온도들에 있는 동안 하나의 프로세스 단계로 수행될 수 있다. 전자 및 비 전자 구성요소들은 하나 이상의 실시예들에 따라 부착될 수 있다.

[0041]

하나 이상의 실시예들에 따라, 라미네이팅된 구성요소는 기판에 결합되거나 부착될 수 있다. 라미네이팅된 구성요소는 예를 들면, 다이, 디바이스, 웨이퍼, 또는 다른 요소일 수 있다. 기판은 예를 들면, DBC, 리드 프레임, 금속 디스크, 또는 다른 요소일 수 있다. 결합 동안, 라미네이팅된 구성요소는 일반적으로, 어셈블리를 형성하기 위해 기판과 접촉될 수 있다. 열 및 압력은 구성요소와 기판 사이의 결합을 형성하기 위해 충분한 지속기간 동안 어셈블리에 적용될 수 있다. 결합은 일반적으로, 강도, 균일성 및 결합 라인 두께에 관련되는 것들과 같은 하나 이상의 원하는 특성들을 가져야 한다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 적용된 열 및 압력은 약 0.25 초 내지 약 30 분 동안 유지될 수 있다. 이러한 지속기간들은 일부 실시예들에서, 종래의 소결 프로세스들보다 4배 이상 더 빠른 프로세스 또는 주기 시간들과 연관될 수 있다. 약 0.5 MPa와 20 MPa 사이의 압력이 하나 이상의 비 제한적 실시예들에서 적용될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 약 5 내지 약 10 MPa의 소결 압력이 이용될 수 있다. 이러한 압력들은 종래의 소결 기술들보다 적게 사실상 25배일 수 있고 이롭게, 구성요소들, 기판들 및 프로세스 장비에 대한 응력(stress)을 줄일 수 있다. 약 175℃와 400℃ 사이의 온도는 하나 이상의 비 제한적 실시예들에서 적용될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 약 230℃ 내지 약 260℃의 소결 온도가 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 열은 배치 툴, 추(weight), 스프링, 또는 구성요소를 배치하거나, 보유하거나, 배치하고 보유하기 위해 이용된 매스(mass)를 가열함으로써 적용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 열은 지속 또는 배치 오븐을 통해, 또는 기판 아래에 또는 구성요소 위에 위치한 가압판을 가열함으로써 적용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 배치 툴 및 어셈블리 위에 및/또는 아래에 위치한 가압판 또는 다수의 가압판들 둘 모두가 가열될 수 있다. 열은 적외선, 유도, 전도, 대류, 방사, 초음파, 또는 다른 기술을 통해 적용될 수 있다. 다수의 라미네이팅된 구성요소들은 직렬 또는 병렬 접근법으로 단일 기판 또는 다수의 기판들에 결합될 수 있다. 적어도 하나의 비 제한적 실시예에서, 소결은 약 15 분 동안 약 200℃의 온도로 수행될 수 있다.

[0042]

하나 이상의 실시예들에 따라, 구성요소는 라미네이팅된 기판에 결합 또는 부착될 수 있다. 구성요소는 예를 들면, 다이, 디바이스, 웨이퍼, 또는 다른 요소일 수 있다. 라미네이팅된 기판은 예를 들면, DBC, 리드 프레임, 금속 디스크, 또는 다른 요소일 수 있다. 결합 동안, 구성요소는 일반적으로, 어셈블리를 형성하기 위해 라미네이팅된 기판과 접촉될 수 있다. 열 및 압력은 구성요소와 기판 사이의 결합을 형성하기 위해 충분한 지속기간 동안 어셈블리에 적용될 수 있다. 결합은 일반적으로, 강도, 균일성 및 결합 라인 두께에 관련되는 것들과 같은 하나 이상의 원하는 특성들을 가져야 한다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 적용된 열 및 압력은 약 0.25 초 내지 약 30 분 동안 유지될 수 있다. 약 0.5 MPa와 20 MPa 사이의 압력이 하나 이상의 비 제한적 실시예들에서 적용될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 약 5 내지 약 10 MPa의 소결 압력이 이용될 수 있다. 이러한 압력들은 종래의 소결 기술들보다 적게 사실상 25배일 수 있고 이롭게, 구성요소들, 기판들 및 프로세스 장비에 대한 응력을 줄일 수 있다. 약 175℃와 400℃ 사이의 소결 온도는 하나 이상의 비 제한적 실시예들에서 적용될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 약 230℃ 내지 약 260℃의 소결 온도가 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 열은 배치 툴, 추, 스프링, 또는 구성요소를 배치하거나, 보유하거나, 배치하고 보유하기 위해 이용된 매스를 가열함으로써 적용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 열은 지속 또는 배치 오븐을 통해, 또는 기판 아래에 또는 구성요소 위에 위치한 가압판을 가열함으로써 적용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 배치 툴 및 어셈블리 위에 및/또는 아래에 위치한 가압판 또는 다수의 가압판들 둘 모두가 가열될 수 있다. 열은 적외선, 유도, 전도,

대류, 방사, 초음파, 또는 다른 기술을 통해 적용될 수 있다. 다수의 구성요소들은 직렬 또는 병렬 접근법으로 단일 라미네이팅된 기관 또는 다수의 라미네이팅된 기관들에 결합될 수 있다. 적어도 하나의 비 제한적 실시예에서, 소결은 약 15 분 동안 약 200℃의 온도로 수행될 수 있다.

[0043] 일부 실시예들에서, 다수의 구성요소들의 부착을 위한 장비는 카버 주식회사(Carver Inc.)에 의해 제작된 것과 같은, 유압 또는 공기식 프레스일 수 있다. 전형적인 프레스는 많은 수의 기관들을 수용하기 위해 넓은 가열 가압판을 가질 수 있다. 가압판은 약 200 내지 약 300℃의 열을 제공할 수 있고 프레스는 부착된 구성요소들 상에 약 1 내지 약 20MPa의 압력을 생성하기 위해 충분한 힘을 제공할 수 있다. 하나의 이러한 프레스의 일례는 카버 MH 3891 프레스이다. 단일 다이 또는 구성요소의 부착을 위해, ESEC 연 납납 다이 결합기 SSI 2009와 같은 장비가 이용될 수 있다. 결합기는 약 100N의 결합력 및 최대 약 400℃까지의 열을 적용할 수 있다.

[0044] 하나 이상의 실시예들에 따라, 소결 프로세스는 소결 재료에서의 금속 입자들을 벌크(bulk) 금속으로 변환할 수 있다. 임의의 특정한 이론에 얽매는 것을 바라지 않고, 소결 프로세스의 시작 시에, 나노입자들은 마이크론 입자들로 변환하고 그 다음, 심지어 적용된 압력 없이 온도 및 시간이 증가함에 따라 결정립 성장(grain growth) 및 고밀화(densification)를 통해 벌크 금속으로 변환할 수 있다. 조밀한 금속 막은 벌크 금속에 맞먹는 강도를 갖고 형성될 수 있다.

[0045] 하나 이상의 실시예들에 따라, 상기 설명된 소결 프로세스들 중 임의의 프로세스에 이어서, 어셈블링된 부분들이 예를 들면, 약 5 내지 10 분 동안 약 300℃로 오븐에서 후처리될 수 있다. 이러한 후 소결은 어셈블리 조인트(joint)들의 개선된 강도를 야기할 수 있다. 후 소결의 이용은 또한, 전체 프로세스 소결 시간을 최소화하고 소결 프레스의 처리량을 증가시킬 수 있다.

[0046] 하나 이상의 실시예들에 따라, 결과로 발생하는 결합들은 고 열 및 전기 전도성과 연관될 수 있다. 은 결합 라인들의 비 제한적 예들은 대략적으로 250 W/m² K의 범위의 열 전도성을 가질 수 있다. 은 결합 라인들의 일부 비 제한적 예들은 벌크 은의 약 85 내지 약 95%의 밀도를 가질 수 있다. 결합들은 또한, 연장된 다이 결합 수명에 기여할 수 있는 고 열 충격 저항성과 연관될 수 있다. 일부 실시예들에서, 결합들은 220℃에서 2000보다 큰 주기에 걸쳐 40 MPa보다 큰 결합 강도(다이 시어)를 보여줄 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 어떠한 박리(delamination)도 심지어 220℃에서의 800 열 충격 주기 후에 발생할 수 없다.

[0047] 하나 이상의 실시예들에 따라, 은은 그것의 고 전기 및 열 전도성, 산화를 위한 저 자화율(susceptibility), 및 고 동작 온도들을 견뎌내기 위해 충분한 녹는점 때문에 고 온도 패키징 도포들을 위해 적절할 수 있다. 일부 실시예들에서, 은 결합은 납땜보다 5배 이상으로 신뢰가능할 수 있다.

[0048] 하나 이상의 실시예들에 따라, 소결 재료들 및 기술들은 실리콘, 탄화규소, 질화갈륨 또는 다른 반도체 디바이스들의 부착에 유용할 수 있다.

[0049] 하나 이상의 비 제한적 실시예들에 따라, 반도체 디바이스들과 같은 구성요소들은 막보다 금속 페이스트를 이용하여 기관에 부착될 수 있다. 도 6은 저온 및 저압을 이용하는 다이 부착에 대한 하나의 비 제한적 접근법의 약도를 제공한다. 프로세스에서, 금속 페이스트는 기관 상에 프린팅될 수 있다. 다양한 페이스트들이 이용될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 금속 페이스트는 나노은 페이스트와 같은 나노금속 페이스트일 수 있다. 하나의 비 제한적 예에서, 은 나노파우더 및 유기 비어클(organic vehicle)을 포함하는 것과 같은, 알파 메탈즈 주식회사(Alpha Metals Inc.)로부터 상업적으로 이용가능한 은 페이스트가 이용될 수 있다. 순수(bare) 구리 리드 프레임들, 또는 은 또는 금 코팅을 포함하는 구리 리드 프레임들과 같은 다양한 기관들이 이용될 수 있다. 세라믹 기관들 및 DBC가 또한 이용될 수 있다. 실리콘, 탄화규소 또는 임의의 다른 칩들 또는 디바이스들을 포함하는 것들과 같은 다양한 다이들이 이용될 수 있다.

[0050] 하나 이상의 실시예들에 따라, 다이 부착 프로세스는 리드 프레임과 같은, 기관 상에 프린팅하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 기관 상에 페이스트를 프린팅하는 것은 스텐실/스크린 프린팅을 포함하는 다양한 기술들에 의해 또는 디스펜싱에 의해 성취될 수 있다. 기관은 구리 기반 재료 또는 금속화된 세라믹 예를 들면, DBC와 같은, 임의의 원하는 재료일 수 있다. 도 6에 도시된 부착 프로세스는 기관 상에 페이스트를 프린팅하고, 예를 들면 130℃로 페이스트를 건조시키고, 프린팅된 페이스트 상에 다이를 배치하고, 가열 스테이지(stage) 상에 다이-기관 어셈블리를 배치하고, 압력을 적용하고, 온도를 약 250℃ 내지 약 300℃로 상승시키며, 약 30 내지 약 90 초 동안 압력 및 온도를 유지하는 비 제한적 단계들을 포함할 수 있다.

[0051] 하나 이상의 실시예들에 따라, 다이 부착 프로세스는 표준 연 납납 다이 결합기 장비를 이용할 수 있다. 픽업(pick-up) 툴은 다이싱 테이프로부터 다이를 집고 그것을 가열된 기관 상에 힘으로 놓을 수 있다. 실버 페이스

트와 같은, 페이스트는 기관 상에 또는 개별적인 다이, 전체 웨이퍼의 뒷면 상에 프린팅되거나 막으로서 도포될 수 있다. 증착은 프린트에 의해 수행되거나 라미네이션을 통해 막으로서 도포될 수 있다. 하나 이상의 실시예들에 따른 비 제한적 프로세스들의 예들은 도 7a 및 도 7b에 개략적으로 도시된다. 도 7a는 기관 상의 프린팅을 도시하는 반면에, 도 7b는 구성요소의 뒷면 상의 프린팅을 도시한다.

[0052] 하나 이상의 실시예들에 따라, 다이 부착 프로세스는 디스펜싱 프린팅을 통한 기관 상의 프린팅을 포함할 수 있다. 나노실버 페이스트와 같은 은 페이스트는 리드 프레임 상에 디스펜싱될 수 있고 그 다음, 부착은 상기 설명된 것과 유사한 방식으로 수행될 수 있다. 디스펜싱 기술들은 스텐실 또는 스크린 프린팅에 의해 생성된 것과 맞먹는 실질적으로 평평한 표면을 생성할 수 없다. 디스펜싱 장비의 다양한 유형들이 산업용 및 실험실 이용을 위해 이용가능하다.

[0053] 하나 이상의 실시예들에 따라, 다이 부착 프로세스는 웨이퍼와 같은, 다이의 뒷면 상에 프린팅하는 단계를 포함할 수 있다. 하나 이상의 실시예들에 따라, 나노은 페이스트와 같은 페이스트가 다양한 방식으로 웨이퍼의 뒷면에 도포될 수 있다. 일부 실시예들에서, 나노은 페이스트는 전체 웨이퍼의 뒷면에 도포될 수 있고 그 다음, 웨이퍼는 개별적인 칩들로 다이싱될 수 있다. 다른 실시예들에서, 웨이퍼는 먼저 다이싱될 수 있고 그 다음, 페이스트는 개별적인 칩들의 뒷면에 도포될 수 있다.

[0054] 하나 이상의 실시예들에 따라, 페이스트는 전체 웨이퍼의 뒷면 상에 도포될 수 있다. 페이스트는 도포 후에 건조될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 페이스트는 약 30 내지 90 분 동안 약 130℃로 건조될 수 있다. 강화 용액은 예를 들면, 분무 또는 스핀 코팅함으로써 도포될 수 있다. 웨이퍼는 그 다음, 다이싱 테이프 상에 놓여질 수 있고 웨이퍼가 다이싱될 수 있다. 테이프 상의 다이싱된 웨이퍼가 연 납땜 다이 결합기에 도입될 수 있다. 개별적인 다이는 예를 들면, 약 5 내지 10 MPa의 압력을 생성하기 위해 충분한 힘으로 픽업되고 기관 상에 놓여질 수 있다. 약 250 내지 400℃의 온도에서와 같은 열이 적용될 수 있다. 압력은 예를 들면, 소결을 위해 약 0.5 내지 1초 동안 보유될 수 있다. 후 소결은 또한, 예를 들면, 약 10 내지 30 분 동안 약 250 내지 300℃의 온도로 수행될 수 있다.

[0055] 하나 이상의 실시예들에 따라, 부착 프로세스에서의 중요 인자는 프린팅된 페이스트 계층이 손상 없이 다이싱 및 픽업 프로세스를 견디는 능력이다. 소결 없이, 프린팅된 은 계층은 미미하게 강할 수 있고 웨이퍼의 뒷면에 대한 그것의 부착은 약할 수 있다. 적절한 강도 없이, 은 계층은 다이싱에 의해 및/또는 다이 픽업 단계 동안 파괴될 수 있다. 프린팅 및 건조 후에 은 계층을 강화하기 위해, 중합체 또는 수지를 포함하는 용액이 은 계층에 걸쳐 분사되거나 스핀 코팅될 수 있다. 건조 후에, 이 오버코트(overcoat)는 은 계층 강도 및 웨이퍼에 대한 부착을 보장할 수 있다. 중합체 및/또는 수지가 소결된 은 계층의 속성들에 관한 잔류물의 효과를 최소화하기 위해 이후의 소결 단계 동안 분해할 것이 바람직하다. 이용될 수 있는 중합체들 및 수지들의 비 제한적 예들은 PMMA, PVP, 존크릴(Joncryl) 682, 및 수소화된 로진들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 수소화된 로진들과 같은, 특정 수지들 또는 유사 재료들은 은 페이스트의 조성물로 통합될 수 있다. 강화 용액의 도포는, 이러한 재료들이 페이스트 제형으로 통합되는지의 여부에 따라 선택적일 수 있다.

[0056] 하나 이상의 실시예들에 따라, 은은 지속 막으로서보다는 범프(bump)들의 형태로 프린팅될 수 있다. 범프는 종래적으로, 메모리 또는 프로세서들을 포함하는 반도체 칩들과 같은 다양한 디바이스들로 이용된다. 도포된 범프들은 전형적으로, 그 지름이 약 80 내지 150 마이크론의 범위에 있고 납땜으로 형성된다. 하나 이상의 실시예들에 따라, 납땜은 고 열 전도성 및 방열을 위해 은으로 대체될 수 있다.

[0057] 하나 이상의 실시예들에 따라, 페이스트는 개별적인 다이들의 측면 상에 프린팅될 수 있다. 이 프로세스의 하나의 비 제한적 실시예는 도 8에 개략적으로 도시된다. 다이들은 다이싱 테이프로부터 선택되고 스텐실 홀더에 놓여질 수 있다. 스텐실 홀더의 두께는 일반적으로, 다이의 두께 플러스 프린팅 두께와 같을 수 있다. 홀더는 다이들의 뒷면을 노출시키기 위해 뒤집힐 수 있다. 나노실버 페이스트는 그 다음, 뒷면 상에 프린팅될 수 있다. 페이스트는 예를 들면, 약 30 분 동안 130℃로 건조될 수 있다. 스텐실 홀더는 그 다음, 다이들의 상부를 노출시키기 위해 뒤집힐 수 있다. 다이들은 그 다음 개별적으로, 들어올려지고 기관 상에 놓여질 수 있다. 기관은 예를 들면, 최대 약 400℃까지의 온도로 미리 가열될 수 있다. 일부 실시예들에서, 다이들은 약 5 내지 20 MPa의 압력을 생성하기 위해 충분한 힘으로 놓여질 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 압력은 약 0.5 내지 2초 동안 유지될 수 있다. 도 9는 도 8의 프로세스에 의해 부착된 다이의 일례를 제공한다. 도 10은 다이 및 금속 기관 상의 금속화에 연결된 완전하게 소결된 은 계층을 나타내는, 부착의 단면도를 제공한다.

[0058] 하나 이상의 실시예들에 따라, 막들이 제작되고 웨이퍼, 다이 또는 기관으로 이동될 수 있다. 나노은 막들은 특수하게 제형된 나노은 잉크들, 페이스트들 또는 분산들을 이용하여 제작될 수 있다. 이러한 제형들은 나노은 파

우더, 용매들 및 바인더들을 포함할 수 있다. 막들은 기관 상에 제형들을 증착시키고 실온 또는 증가된 온도로 제형을 건조시킴으로써 만들어질 수 있다. 전형적인 기관들은 중합체, 마일러(mylar), 종이 및 알루미늄 포일들을 포함할 수 있다. 막들은 프린팅, 닥터 블레이드(doctor blade) 또는 분사를 이용하여 기관 상에 증착될 수 있다. 막들은 지속적이고/이거나 원하는 기하학적 구조로 패터닝될 수 있다. 막들은 유연하거나 단단한 캐리어 상에 증착될 수 있다. 프린팅된 막들은 전형적으로, 예를 들면 10 내지 40 분 동안 약 70℃ 내지 130℃로 오븐에서 건조될 수 있다. 캐리어는 그 다음, 제거될 수 있고 자립형 막들이 생성될 수 있다. 제작된 막들은 열 및 압력을 적용함으로써 이동 프로세스를 이용하여 웨이퍼, 다이 또는 기관으로 이동될 수 있다. 적용된 압력은 전형적으로, 약 0 내지 2 MPa 또는 더 높은 범위에 있을 수 있고, 적용된 온도는 실온 내지 약 150℃의 범위에 있을 수 있다. 웨이퍼, 다이 또는 기관은 그 다음, 상기 설명된 부착 프로세스들을 포함하는, 임의의 공지된 소결 기술을 이용하여 부착될 수 있다. 막을 웨이퍼 상으로 이동시키기 위한 프로세스의 비 제한적 예는 도 11에 개략적으로 도시된다. 도 12a 및 도 12b는 프린팅된 막들의 예들을 제공하고 도 12c는 자립형 나노막들을 도시한다.

[0059] 막은 상기 설명된 프로세스 조건들 하에서, 개별적인 다이, 구성요소 또는 열 확산기 상으로 이동될 수 있다. 구성요소는 공통 픽 앤드 플레이스(pick and place) 툴을 통해 지속 또는 패터닝된 막으로 도입될 수 있다. 막은 그 다음, 최종 소결 프로세스로 도입될 수 있는 구성요소의 뒷면에 부착될 수 있다. 지속 막의 경우에, 이동될 막의 부분은 일반적으로, 구성요소의 크기와 같은 것이다. 다수의 다이들을 동시에 소결하기 위해, 도포된 막을 포함하는 다이들 또는 구성요소들은 일시적으로 기관에 고정되고 그 다음, 상기 설명된 임의의 방법에 의해 소결될 수 있다. 나노막들은 임의의 나노금속 파우더를 이용하여 형성될 수 있다. 나노막들은 원하는 물리적 및/또는 기계적 속성들을 개선하기 위해 다양한 기능적 첨가제들을 포함할 수 있고 "복합체" 나노막들로서 고려될 수 있다.

[0060] 하나 이상의 실시예들에 따라, 나노은 및/또는 다른 금속들은 다이 부착을 위해 이용될 수 있다. 페이스트의 지속 막은 스텐실 또는 스크린 프린팅될 수 있다. 스펀 코팅, 분사 코팅, 닥터 블레이딩 또는 주조가 또한 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 은은 그 크기가 50 내지 200 마이크로미터와 같은, 범프들의 형태로 프린팅될 수 있다. 막 또는 범프들은 이동될 수 있다. 나노은 페이스트의 막은 다이싱 이전에 전체 웨이퍼에 도포될 수 있다. 막은 다이싱에서의 하나의 단계로서 적용되거나, 웨이퍼 제작이 완료된 후에 도포될 수 있다. 페이스트 및 입자들은 웨이퍼에 대한 부착, 다이싱 막에 대한 부착, 및 입자들 사이의 응집력을 증진시키기 위해 특정 조성물 및 속성들로 제형될 수 있다. 제형들은 또한, 건조 및 저장을 용이하게 할 뿐만 아니라, 도포를 위해 요구된 소결 프로세스 및 결합 프로세스를 억제하지 않을 수 있다. 다이싱을 용이하게 하기 위해, 압력은 웨이퍼에 대한 응집력 및 부착을 증진시키기 위해 프린팅된 나노은 계층에 적용될 수 있다. 다이싱은 톱날들을 위한 다이싱 커프(kerf)들을 생성하기 위해 스텐실들을 이용하여, 뿐만 아니라 다이싱 동안 다이싱 테이프에 대한 다이 부착의 강화에 의해 가능하게 될 수 있다. 소결은 대류, 방사, 유도 및 마이크로파를 포함하는 열의 임의의 형태를 이용하여 가능해질 수 있다. 1 분 미만과 같은 고속 소결이 가능해질 수 있다. 저속 소결 뿐만 아니라, 확산과 조합된 소결이 또한 이용될 수 있다. 다이 측 상의 은 페이스트의 도포는 고무 측으로부터 뿐만 아니라, 기관 측으로부터 온도 제한을 거의 또는 전혀 제공하지 않을 수 있다. 다이 측 상의 은 페이스트의 도포는 또한, 경 툴에 의해 행해진 부착을 가능하게 할 수 있거나 일반적으로, 더 넓은 프로세스 윈도우를 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 웨이퍼 대 웨이퍼 결합 뿐만 아니라, 와이어 결합, 리본 결합, 용접 밀폐, 엘엘디(11d) 밀폐, 금속 대 금속 결합, 금속 대 유리 결합, 일반 결합 및 다양한 중합체 재료들에 대한 결합을 포함하는 다른 결합 적용들이 수행될 수 있다.

[0061] 하나 이상의 실시예들에 따라, 은 페이스트들과 같은, 소결된 페이스트들은 모든 유형들의 플립 칩 디바이스들 및 어셈블리들과 결부하여 이용될 수 있다. 파우더들 및 페이스트들을 포함하는 수반된 재료들이 구체적으로, 플립 칩 적용들에서 이용하기 위해 설계되고 제형될 수 있다. 일부 실시예들에서, 미세 피쳐 프린팅가능한, 소결가능한 페이스트들은 하나 이상의 금속 유기 화합물들 및 레올로지 조절제(rheology modifier)들을 갖거나 갖지 않는 예를 들면, Ag, AgCu, AgMo, AgNi, 및 AgSn의 나노 또는 마이크로미터 크기의 입자들을 포함할 수 있다.

[0062] 하나 이상의 실시예들에 따라, 은 막은 플립 칩 디바이스에 도포될 수 있다. 이들 기술들은 일반적으로, 캐리어 시트 상에 프린팅된 미세 피쳐 패턴을 포함할 수 있다. 캐리어 시트는 예를 들면, 마일러 또는 폴리에스테르와 같은 재료로 형성될 수 있다. 패터닝된 막은 다이의 뒷면으로 이동될 수 있다. 대안적으로, 패턴은 다이싱된 웨이퍼의 뒷면 상에 직접적으로 스텐실 프린팅될 수 있다. 프로세스들 둘 모두는 일반적으로, 미세 피쳐 프린팅가능한 소결 페이스트를 포함할 수 있다. 하나 이상의 실시예들에 따라, 어떠한 압력도 소결하기 위해 요구될 수 없다. 대신에, 압력은 단지 배치 동안 적용될 수 있다. 이롭게, 도포된 막 또는 페이스트 패턴을 규정하기 위해

다이를 또는 패드들의 모서리들에 대한 어떠한 필요성도 존재하지 않는다.

도 24에 도시된 바와 같은 하나 이상의 특정 실시예들에 따라, 방법은:

- 적절한 스텐실을 이용하여 캐리어 시트 상에 막을 형성하기 위해 페이스트를 프린팅하는 단계,
- 모든 용매를 증발시키기 위해 막을 건조시키는 단계,
- 두꺼운 실리콘 패드 상에 막을 배치하는 단계,
- 웨이퍼로부터 다이를 픽업하는 단계,
- 캐리어 시트 상에 다이 패드들을 프린팅되고 건조된 페이스트 침적물들과 정렬시키는 단계,
- 페이스트 침적물들이 다이 패드들로 이동되도록 다이를 누르고(press down) 그것을 들어 올리는 단계,
- 선택된 온도로 그리고 적절한 배치 힘을 이용하여 기판 상에 다이를 배치하는 단계,
- 미리 결정된 시간 동안 그리고 미리 결정된 온도로 오븐에서 어셈블리를 소결하는 단계를 포함할 수 있다.

도 25에 도시된 바와 같은 하나 이상의 특정 실시예들에 따라, 방법은:

- 적절한 스텐실을 이용하여 캐리어 시트 상에 막을 형성하기 위해 페이스트를 프린팅하는 단계,
 - 모든 용매를 증발시키기 위해 막을 건조시키는 단계,
 - 두꺼운 실리콘 패드 상에 막을 배치하는 단계,
 - 패터닝된 막 상에 다이싱된 웨이퍼를 배치하고 페이스트 침적물들에 대해 다이 패드들을 정렬시키는 단계,
 - 막으로부터 다이싱된 웨이퍼로 페이스트 침적물들을 이동시키기 위해 프레싱하고 가열하는 단계를 포함할 수 있다.
- 전자 산업에서, 기판에 대한 반도체 디바이스 상호연결은 디바이스 패키징의 중요한 부분이다. 다이 부착 및 상호연결들을 위해 현재 이용된 재료들의 대부분은 특히, 저 동작 온도 때문에 적합하지 않은 저 용융 납땜들이다. 은 페이스트는 공통적으로, 그들의 고 전기 및 열 성능으로 인해 마이크로전자 패키지들에서 이용된다. 그러나, 은의 고 비용은 그들의 사용량을 제한한다.

하나 이상의 실시예들에 따라, 코어 셸(core shell) 구조화된 나노입자들은 상호연결 재료들에 대해 프린팅된 전자장치에서의 새로운 가능성을 열어둔다. 따라서, 코어 셸 구조 또는 복합체의 형태로 은과 통합된 구리/니켈/몰리브덴의 나노입자들은 비용 및 유용성에 관해 잠재적으로 전도적 재료들인 것으로 예상된다. 하기의 표는 하나 이상의 실시예들에 따라 애플리케이션들을 프린팅하기 위해 이용될 수 있는 상이한 코어 셸 구조화된 나노입자들의 일부 예들의 비 제한적 목록을 제공한다:

[표]

코어 금속/비 금속	셸 금속/비 금속(단일/멀티 계층들)	캐판트(Cappant)들(단일 또는 멀티 계층)
구리	은	아민들
니켈	금	알콜들
주석	팔라듐	지방산들
몰리브덴	백금	티올들
텅스텐	니켈	계면활성제들
알루미늄	주석	
탄소		
질화 붕소		
탄화 붕소		
질화 알루미늄		

스크린/스텐실 프린팅은 프린팅된 전자장치 및 태양 전지들의 금속화를 위해 널리 이용된 기술이다. 기술은 일

반적으로, 스텔로부터 기관까지의 패턴 이동에 의존한다. 하나 이상의 실시예들에 따라, 상이한 조성물들의 $Ag_{shell}Cu_{core}$, $Ag_{shell}Mo_{core}$ 및 $Ag_{shell}Ni_{core}$ 페이스트들이 이들 유형들의 도포들을 위해 이용될 수 있다. 코어 금속(구리, 몰리브덴, 니켈, 등)에 대한 Ag_{shell} 의 퍼센티지 조성물의 일부 비 제한적 예들은 하기에 열거된다:

[0083] (10 내지 90) wt% Ag_{shell} 및 (90 내지 10) wt % Cu/Ni_{core}

[0084] (10 내지 90) wt% $Metal_{shell}$ 및 (90 내지 10) wt % $Metal_{core}$

[0085] 이들 및 다른 실시예들의 기능 및 장점들은 다음의 예들로부터 더 완전하게 이해될 것이다. 예들은 사실상 예시적인 것으로 의도되고 본 명세서에서 논의된 실시예들의 범위를 제한하는 것으로서 고려되지 않을 것이다.

[0086] 예 1

[0087] 도 13은 100 마이크론의 두꺼운 스텔을 이용하여 나노은 페이스트로 프린팅된 리드 프레임의 일례를 도시한다. 스텔 두께는 일반적으로, 결합 라인 두께를 규정할 수 있다. 프린팅 후에, 리드 프레임은 30 분 동안 130℃로 오븐에서 건조되었다. 프로세스를 설명하기 위해 이용된 장비는 ESEC(스위스)로부터 상업적으로 이용가능한 연 납땜 다이 결합기였다. 표준 장비는 픽업 암(arm)에 관한 가열 옵션을 제공하도록 변경되었다. 도 14는 리드 프레임의 온도가 150℃ 아래로 유지된 다양한 존(zone)들에서 이용된 온도 설정들을 제공한다. 가열 존들(1 내지 6)에서의 온도는 페이스트를 과열시키고 사전 소결하지 않도록 150℃ 아래로 설정되었다. 부착 프로세스가 발생한 존(7)에서의 온도는 약 300℃ 내지 약 400℃로 설정되었고 존(8)은 동일한 온도로 설정되었다. 프린팅된 리드 프레임들은 0.5와 1 초 사이의 결합 시간을 제공하기 위한 속도로 가열 존들을 통해 그들을 인덱싱(indexing)한 기계로 로딩되었다. 도 15는 부착된 다이들을 갖는 리드 프레임을 도시한다. 연 납땜 결합기에서의 다이들의 부착 후에, 리드 프레임의 일부는 리드 프레임에 대한 다이 부착을 증가시키기 위해 약 10 분 동안 300℃로 오븐에서 가열 처리(후 소결)되었다. 전형적인 다이 시어 힘은 약 20 MPa였다.

[0088] 도 16은 생성된 조인트의 전형적인 단면을 도시한다. 조인트의 신뢰성은 액체 대 액체 열 충격 테스트로 테스트되었다. 온도 설정들은 6 분 주기 시간을 갖고 -50℃ 내지 +125℃였다. 초음파 현미경 이미지들은 도 17에 도시된 바와 같이 리드 프레임에 대한 다이들의 양호한 신뢰가능한 연결을 나타내는 조인트들의 형태학(morphology)에서 어떠한 변화도 없거나 단지 작은 변화가 존재함을 나타냈다.

[0089] 예 2

[0090] 하나 이상의 실시예들에 따라, 디스펜싱 다음의 다이 부착을 위한 프로세스는 다이 크기 및 장비에 의존하여 달라질 수 있다. 제 1 프로세스에서, 페이스트는 디스펜싱되고 그 다음, 테플론(Teflon)® 패드와 같은, 비점착(nonstick) 표면을 이용하여 레벨링(leveling)될 수 있다. 페이스트는 그 다음, 예를 들면 약 30 분 동안 약 130℃로 건조될 수 있다. 다이는 그 다음, 놓여지고 예를 들면, 약 250℃ 내지 300℃의 온도로 소결될 수 있다. 제 2 프로세스에서, 페이스트는 디스펜싱될 수 있고 다이는 최소 힘으로 젖은 표면 상에 놓여질 수 있다. 페이스트는 그 다음, 예를 들면 약 20 내지 30 분 동안 약 130℃로 건조될 수 있다. 다이는 그 다음, 놓여지고 약 250℃ 내지 300℃로 소결될 수 있다. 도 18은 이 제 2 프로세스에 의해 부착된 다이를 도시한다. 제 3 프로세스에서, 페이스트가 디스펜싱되고 그 다음, 페이스트를 부드럽게 유지하기 위해 부분적으로 건조될 수 있다. 일부 비 제한적 실시예들에서, 부분 건조는 약 5 분 동안 약 70℃로 행해질 수 있다. 다이는 그 다음, 놓여지고 부분 건조 다음에 약 250℃ 내지 300℃로 소결될 수 있다. 도 19는 이 제 3 프로세스에 의해 부착된 다이를 제공한다.

[0091] 예 3

[0092] 웨이퍼 라미네이션 프로세스가 설명되었다. 은 뒷면 금속화를 갖는 둥근 실리콘 웨이퍼가 알루미늄 판 상에 놓여졌다. 소결 막의 시트가 웨이퍼 상에 놓여졌고 실리콘 고무 패드가 소결 막 상에 놓여졌다. 실리콘 고무 패드는 그 다음, 테플론 포일로 덮여졌다. 결과로 발생하는 어셈블리는 미리 가열된 가압판들(130℃) 사이 상에 놓여졌고 약 1MPa의 압력이 약 3 분 동안 적용되었다. 라미네이션 후의 웨이퍼 및 막이 도 20a에 도시된다. 소결 막의 시트는 그 다음, 도 20b에 도시된 바와 같이 웨이퍼로부터 제거되었다. 막의 둥근 부분은 실리콘 웨이퍼로 라미네이팅되었고, 따라서 시트 상의 지지 계층의 일부를 노출하고, 소결 막의 나머지는 지지 계층 상에 남아 있다. 라미네이팅된 웨이퍼는 도 20c에 도시된다. 라미네이팅된 웨이퍼는 그 다음, 약 130℃로 약 1 시간 동안 베이킹되었다.

[0093] 예 4

- [0094] 다이는 하나 이상의 실시예들에 따라 페이스트 및 막 둘 모두의 형태들로 동일한 소결 재료를 이용하여 기판에 소결되었다. 페이스트 및 막 둘 모두로 소결하기 위한 프로세스 조건들은 대기의 약 10MPa에서 약 250℃이다. 테이터는 약 40 초, 약 60 초 및 80 초의 소결 시간들 동안 수집되었다. 페이스트 및 막 둘 모두를 이용하여 형성된 결과로 발생하는 결합들에 대한 다이 시어 테스트들이 수행되었다. 결과들은 도 21에 도시되고 포맷들 둘 모두에 대한 비교가능한 결과들을 반영한다.
- [0095] 예 5
- [0096] 하나 이상의 실시예에 따른 소결 막을 이용하는 선택 및 스탬프 프로세스는 다음의 장비 파라미터들의 다양한 조합들을 이용하여 소형 다이들 및 대형 다이들 둘 모두에 대해 설명되었다:
- [0097] 장비 변수들
- [0098] 다이들 5×5
- [0099] 12×12
- [0100] 지지 포일 얇음(35 μ m)
- [0101] 두꺼움(75 μ m)
- [0102] 스테인리스 스틸 공동 포일
- [0103] 두께가 80 마이크로
- [0104] 두께가 120 마이크로
- [0105] 두께가 180 마이크로
- [0106] 스탬핑 지지부 실리콘 고무
- [0107] PCB 기판
- [0108] 약 10N으로부터 약 50N까지의 적용된 힘을 통한 테스트들이 행해졌다. 노즐에 의한 압력의 적용들 사이의 지연은 그 범위가 50ms 내지 1000ms이다. 약 130℃로부터 약 160℃까지의 적용된 온도를 통한 테스트들이 행해졌다.
- [0109] 소형 다이들에 대해, 최상의 결과들은 얇은 지지 포일을 사용하고 스탬핑 지지부로서 PCB 기판을 이용하여 얻어졌다. 대형 다이들에 대해, 최상의 결과들은 굵은 지지 포일을 사용하여 그리고 스탬핑 지지부로서 120 마이크로톤의 두꺼운 스테인리스 스틸 공동 포일을 이용하여 얻어졌다. 소형 다이들에 대한 최적의 동작 파라미터들은 약 2500 그램(grams)의 힘, 약 500 ms의 지연 및 약 145℃의 노즐 온도였다. 대형 다이들 둘 모두에 대한 최적의 동작 파라미터들은 약 2500 그램의 힘, 약 1000 ms의 지연 및 약 150℃의 노즐 온도였다. 2개의 다이들 사이의 1mm의 최소 거리는 소형 및 대형 다이들 둘 모두에 대해 성취되었다.
- [0110] 예 6
- [0111] 다이들은 하나 이상의 실시예들에 따라 금 및 소결 막들을 갖는 DBC 기판들에 부착되었다. 휨(bend) 테스트 전의 이미지들은 도 22a에 도시되고 휨 테스트 후의 이미지들은 도 22b에 도시된다. 휨 테스트는 금 및 DBC 표면들로부터의 다이의 어떠한 분리도 없음을 보여주었다. 도 23a는 열 충격 전의 CSAM 이미지들을 제공한다. 도 23b는 -50℃로부터 165℃까지의 액체 대 액체 열 충격의 500 주기 후의 초음파 현미경 이미지들을 제공한다. 결합 무결성을 나타내는 어떠한 박리 또는 결합 저하도 설명되지 않았다.
- [0112] 예 7
- [0113] 페이스트는 실리콘 코팅된 폴리에스테르 막/마일러 상에 1 mil 스텐실로 프린팅되었다. 프린팅된 패턴은 도 26에 도시된 바와 같이 상이한 범위의 피치(60 μ m 내지 150 μ m)를 가지는 360 마이크로 × 60 마이크로톤의 면적을 갖는 2 패드 설계였다. 폴리에스테르/마일러 시트 상의 프린팅된 패턴은 그 다음, 3 분 동안 60℃로 가열함으로써 건조되었다.
- [0114] 완전하게 건조된 프린팅된 패턴은 10 MPa의 압력 하에서 60℃로 스탬핑(툴 가열)함으로써 다이 측(금/니켈 마감(finish)을 갖는 실리콘) 상으로 이동되었다. 패턴의 완전한 이동은 도 27에 도시된 바와 같이 다이 측 상에서 관측되었다. 금/니켈 코팅된 실리콘 웨이퍼에 대한 다이의 부착은 250msec 동안 10 MPa의 압력에서 각각 160℃ 및 60℃로 기판(금/은) 및 툴을 가열함으로써 실행되었다. 어셈블리는 그 다음, 박스 오븐에서 30 분 동안 160

℃로 소결되었다.

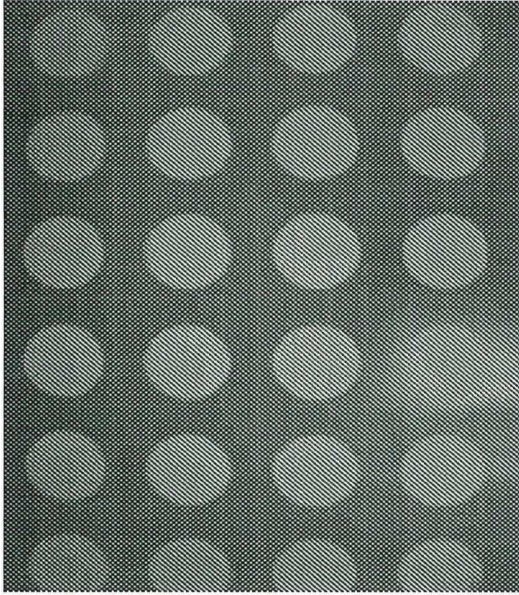
- [0115] 상기 언급된 프로세스를 통해, 약 35 내지 50 MPa의 조인트 강도가 성취되었다. 시어링된 샘플들은 벌크 파괴(failure)를 보여준다.
- [0116] 예 8
- [0117] 도 32에 따른 프로세스가 수행되었다. 페이스트는 실리콘 코팅된 폴리에스테르 막/마일러 상에 스텐실로 프린팅되었다. 폴리에스테르/마일러 시트 상의 프린팅된 패턴은 그 다음, 3 분 동안 60℃로 가열함으로써 건조되었다. 완전하게 건조된 프린팅된 패턴은 500gms의 압력 하에서 85℃로 스탬핑(툴 가열)함으로써 다이 측(금/니켈 마감 을 갖는 실리콘) 상으로 이동되었다.
- [0118] 기관(금/은)에 대한 다이의 부착은 1000gms의 결합 압력 및 200ms의 결합 시간에서 각각 200℃ 및 85℃로 기관(금/은) 및 툴을 가열함으로써 실행되었다. 어셈블리는 그 다음, 박스 오븐에서 90 분 동안 200℃로 소결되었다. 이 프로세스로부터, 도 29에서 보여질 수 있는 바와 같이, 약 50 내지 70 MPa의 시어 강도가 성취되었다. 시어링된 샘플들은 도 30에서 보여질 수 있는 바와 같이, 벌크 파괴를 보여준다.
- [0119] 프로세스는 1s의 결합 시간으로 반복되었다. 이 프로세스로부터, 도 29에서 보여질 수 있는 바와 같이, 약 50 내지 85MPa의 다이 시어 강도가 성취되었다. 시어링된 샘플들은 도 30에서 보여질 수 있는 바와 같이, 벌크 파괴를 보여준다. 상대적 결합 강도는 도 31에 도시된다.
- [0120] 예 9
- [0121] 도 32에 따른 프로세스가 수행되었다. 페이스트는 실리콘 코팅된 폴리에스테르 막/마일러 상에 스텐실로 프린팅되었다. 폴리에스테르/마일러 시트 상의 프린팅된 패턴은 그 다음, 3 분 동안 60℃로 가열함으로써 건조되었다. 완전하게 건조된 프린팅된 패턴은 500gms의 압력 하에서 120℃로 스탬핑(툴 가열)함으로써 다이 측(금/니켈 마감 을 갖는 실리콘) 상으로 이동되었다.
- [0122] 기관(금/은)에 대한 다이의 부착은 1000gms의 결합 압력 및 200ms의 결합 시간에서 각각 200℃ 및 120℃로 기관(금/은) 및 툴을 가열함으로써 실행되었다. 어셈블리는 그 다음, 박스 오븐에서 90 분 동안 200℃로 소결되었다.
- [0123] 이 프로세스로부터, 도 28에서 보여질 수 있는 바와 같이, 약 50 내지 65 MPa의 시어 강도가 성취되었다. 시어링된 샘플들은 도 30에서 보여질 수 있는 바와 같이, 벌크 파괴를 보여준다.
- [0124] 프로세스는 500gms의 결합 압력 및 1s의 결합 시간으로 반복되었다. 이 프로세스로부터, 도 28에서 보여질 수 있는 바와 같이, 약 45 내지 65 MPa의 다이 시어 강도가 성취되었다. 시어링된 샘플들은 도 30에서 보여질 수 있는 바와 같이, 벌크 파괴를 보여준다.
- [0125] 프로세스는 다시, 1000gms의 결합 압력 및 200ms의 결합 시간으로 반복되었다. 이 프로세스로부터, 도 28에서 보여질 수 있는 바와 같이, 약 40 내지 60 MPa의 다이 시어 강도가 성취되었다. 시어링된 샘플들은 도 30에서 보여질 수 있는 바와 같이, 벌크 파괴를 보여준다.
- [0126] 본 명세서에서 논의된 방법들 및 장치들의 실시예들이 적용에서 다음의 설명에서 제시되거나 첨부된 도면들에서 도시된 구성요소들의 구성 및 배열의 상세들로 제한되지 않음이 이해될 것이다. 방법들 및 장치들은 다른 실시예들에서 구현될 수 있고 다양한 방식으로 실현되거나 실행될 수 있다. 특정 구현들의 예들은 단지 예시적인 목적을 위해 본 명세서에서 제공되고 제한적인 것으로 의도되지 않는다. 특히, 임의의 하나 이상의 실시예들과 관련되어 논의된 조항들, 요소들 및 특징들은 임의의 다른 실시예에서 유사한 역할로부터 배제되도록 의도되지 않는다.
- [0127] 또한, 본 명세서에서 이용된 어법 및 전문용어는 설명의 목적을 위한 것이고 제한하는 것으로서 간주되지 않아야 한다. 단수로 언급된 본 명세서에서의 시스템들 및 방법들의 실시예들 또는 요소들 또는 조항들에 대한 임의의 참조들은 또한, 복수의 이들 요소들을 포함하는 실시예들을 포괄할 수 있고, 본 명세서에서의 임의의 실시예 또는 요소 또는 조항에 대한 임의의 복수의 참조들은 또한, 단지 단일 요소를 포함하는 실시예들을 포괄할 수 있다. 본 명세서에서 "포함하는(including, comprising, containing, involving)", "갖는(having)", 및 그의 변형들의 이용은 이하에 열거된 항목들 및 그의 등가물들 뿐만 아니라, 부가적인 항목들을 포괄하는 것으로 여겨진다. "또는"에 대한 참조들은, "또는"을 이용하여 설명된 임의의 용어들이 단일, 하나보다 많은, 및 설명된 용어들 모두 중 임의의 것을 나타낼 수 있도록 포함하는 것으로서 해석될 수 있다. 앞 및 뒤, 좌 및 우, 상부

및 하부, 상위 및 하위, 및 수직 및 수평에 대한 임의의 참조들은 임의의 하나의 위치 또는 공간 지향으로 본 시스템들 및 방법들 또는 그들의 구성요소들을 제한하지 않도록, 설명의 편의를 위해 의도된다.

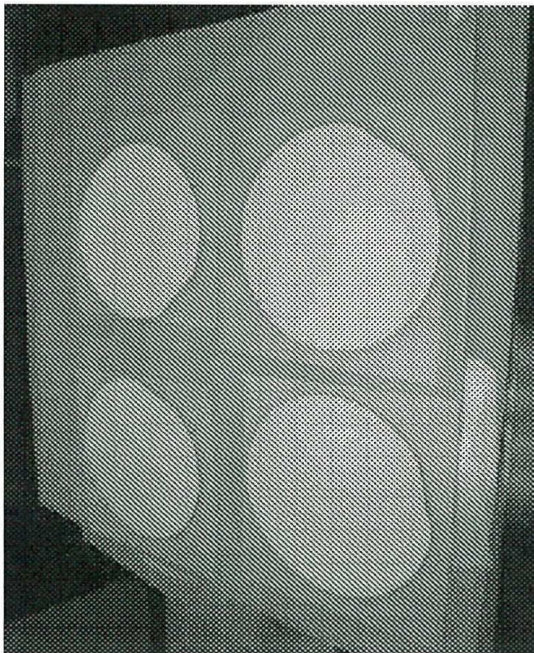
[0128] 적어도 하나의 실시예의 몇몇 양태들이 상기 설명되었기 때문에, 다양한 변경들, 수정들, 및 개선들이 당업자들에게 용이하게 발생할 것임이 이해될 것이다. 이러한 변경들, 수정들, 및 개선들은 본 발명의 일부인 것으로 의도되고 본 발명의 범위 내에 있는 것으로 의도된다. 따라서, 상기 설명 및 도면들은 단지 예에 의한 것이다.

도면

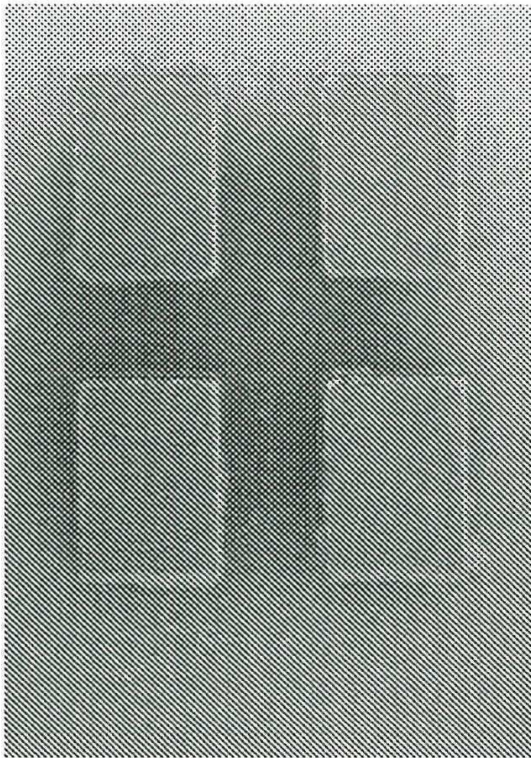
도면1a



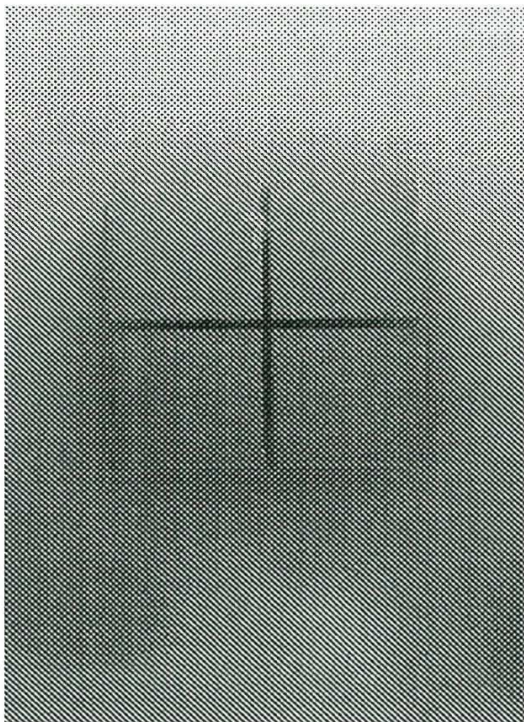
도면1b



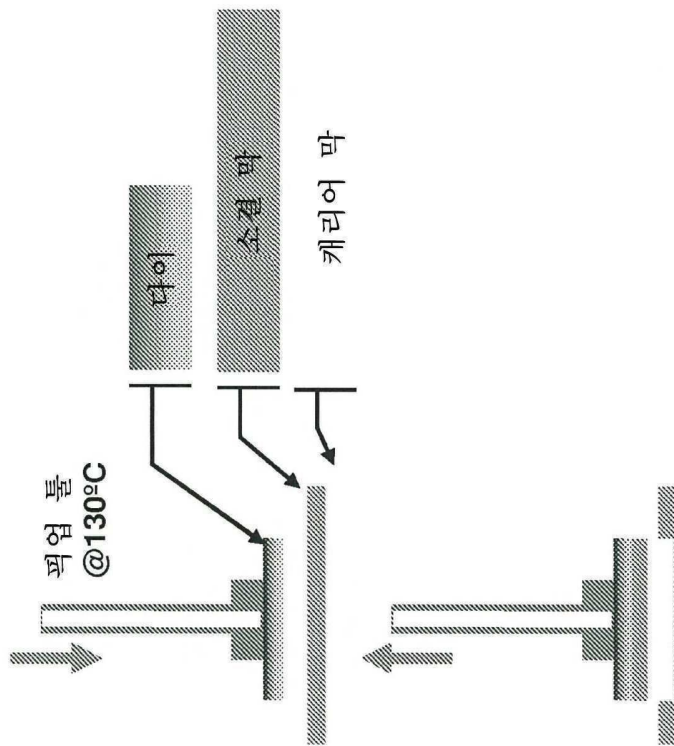
도면1c



도면1d



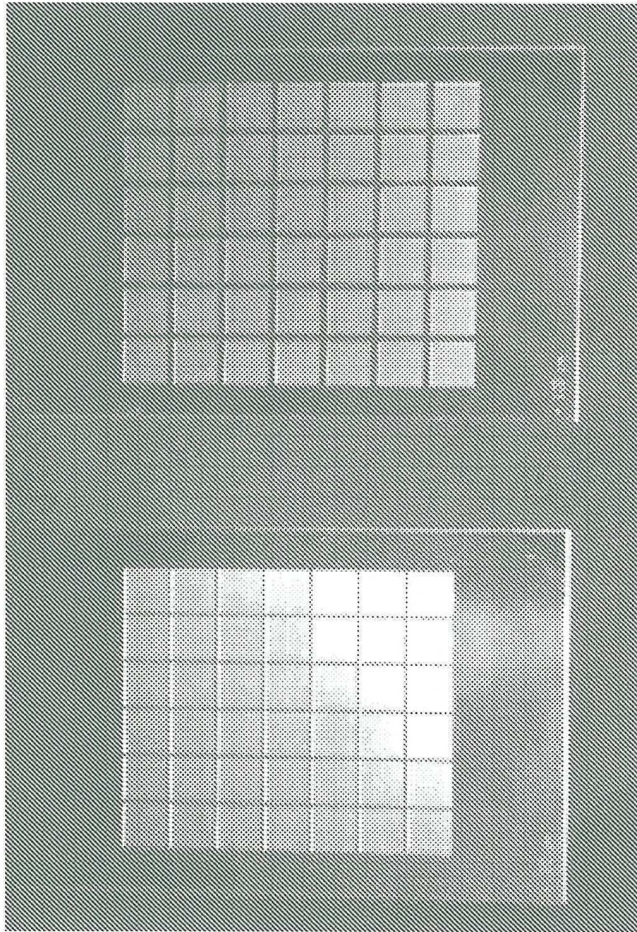
도면2



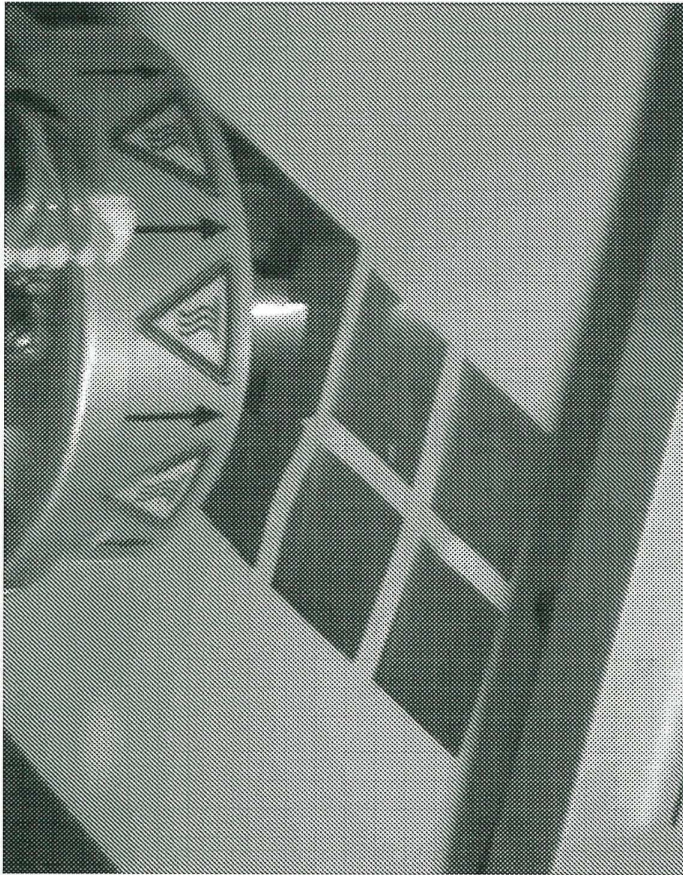
도면3



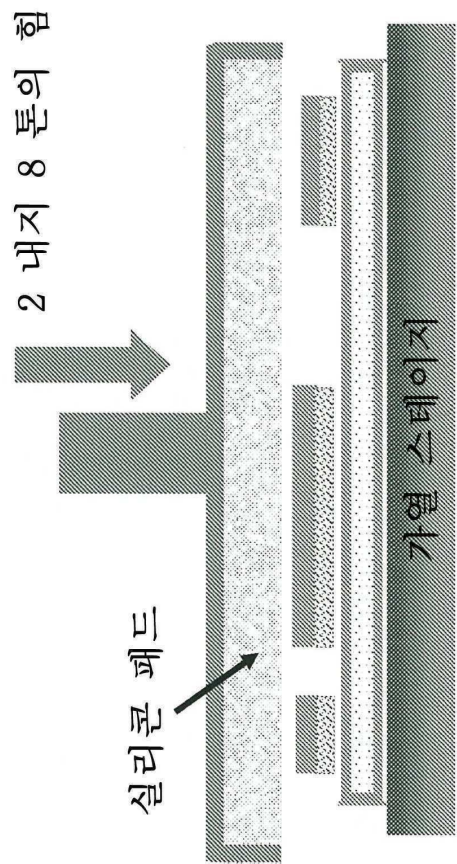
도면4



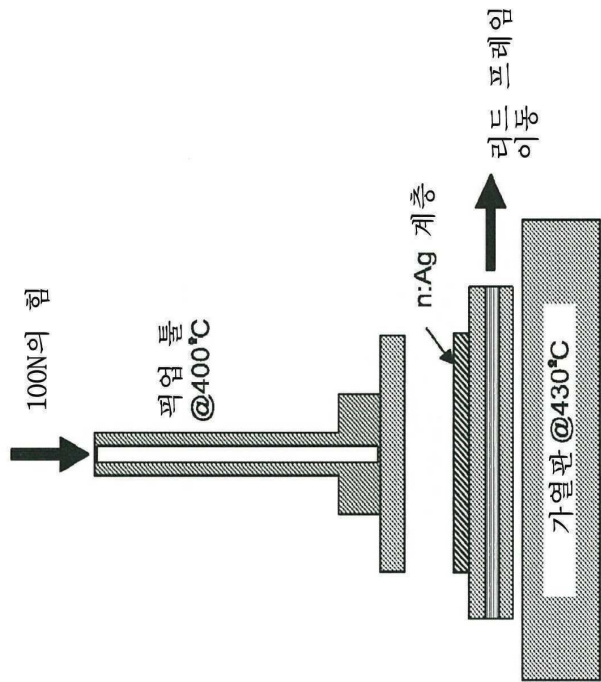
도면5



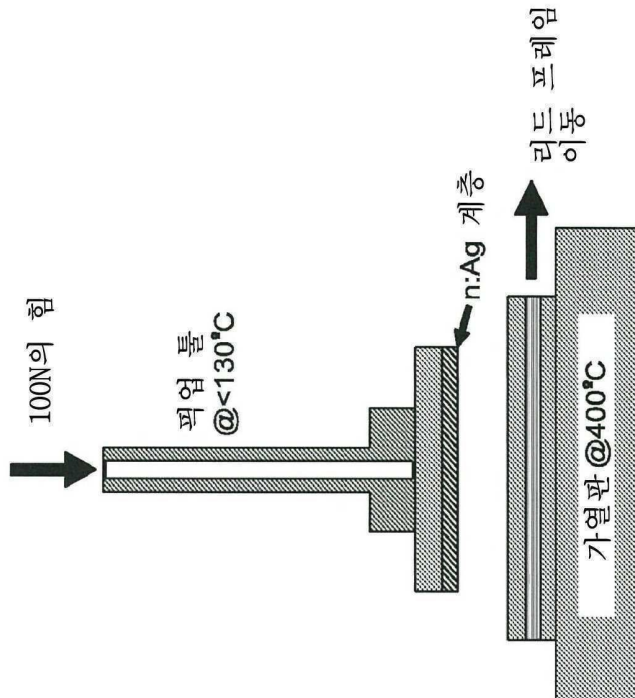
도면6



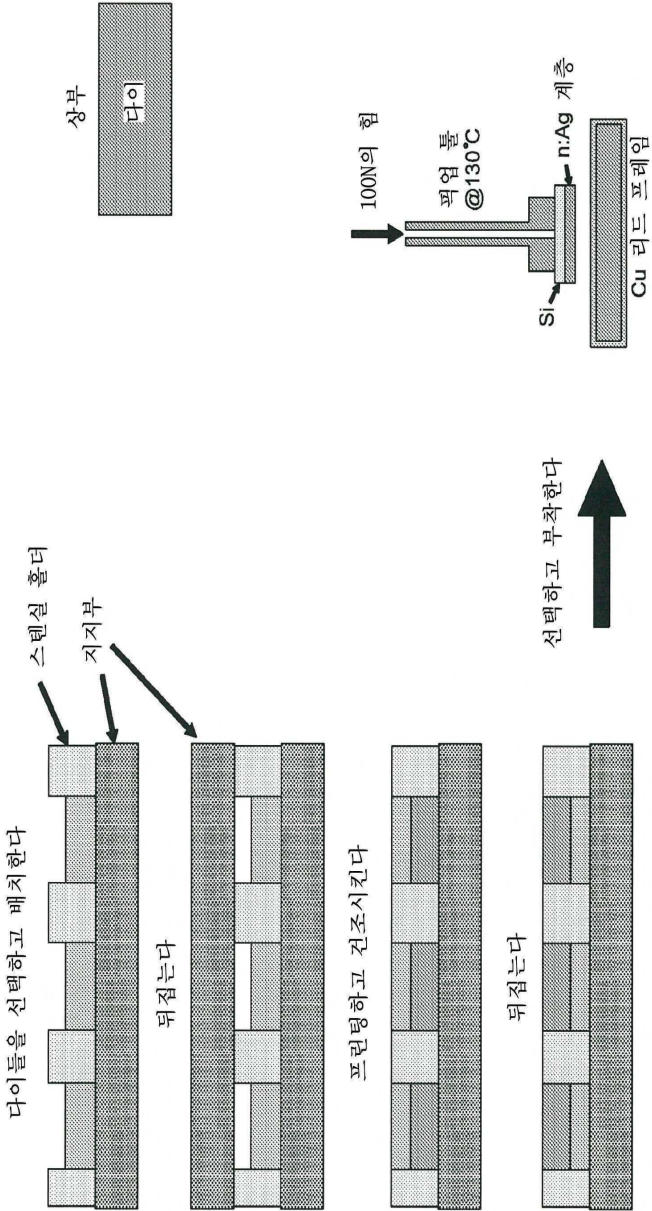
도면7a



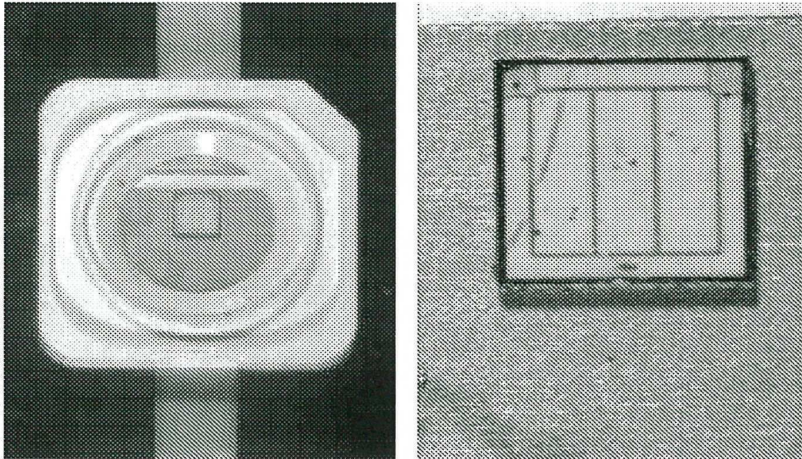
도면7b



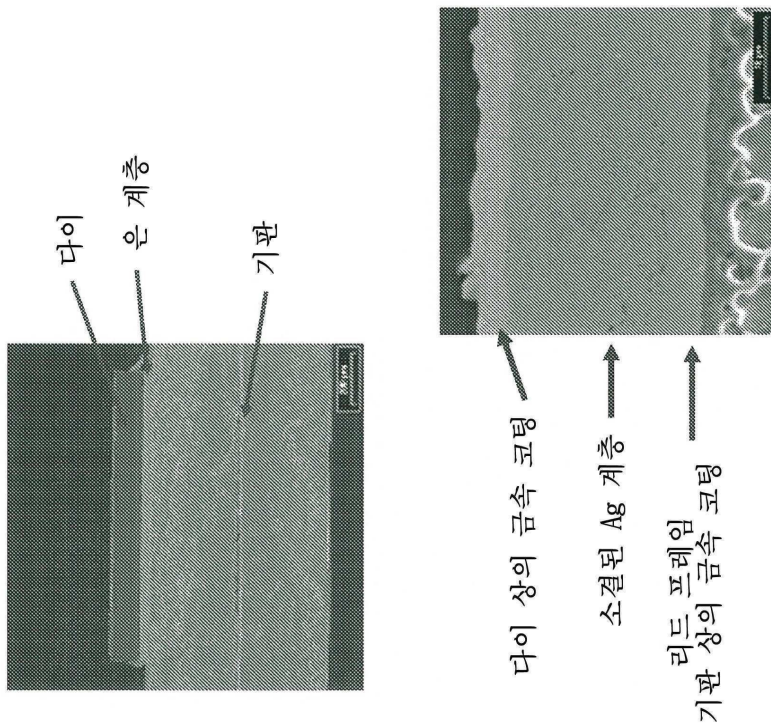
도면8



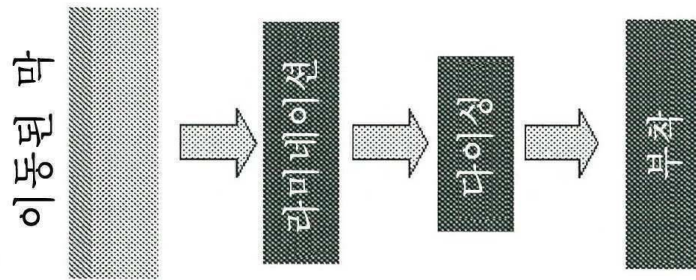
도면9



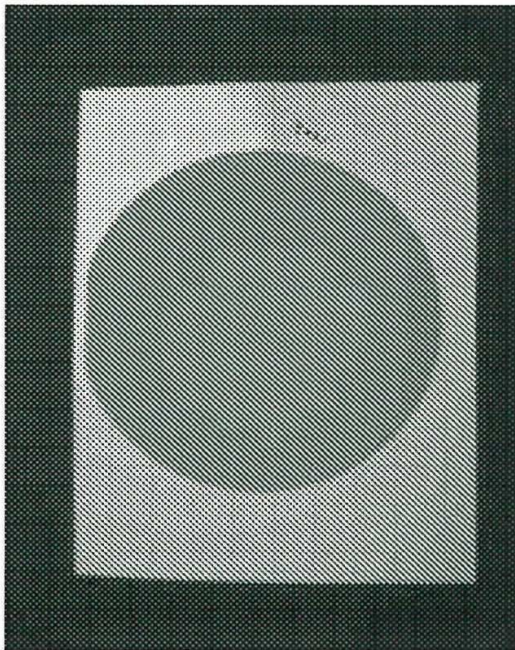
도면10



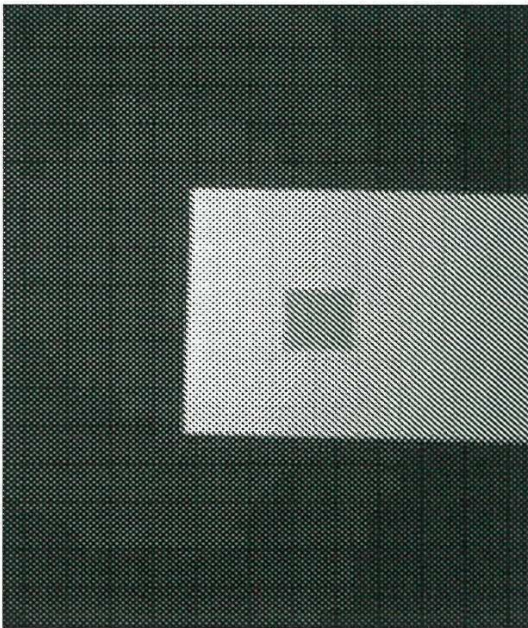
도면11



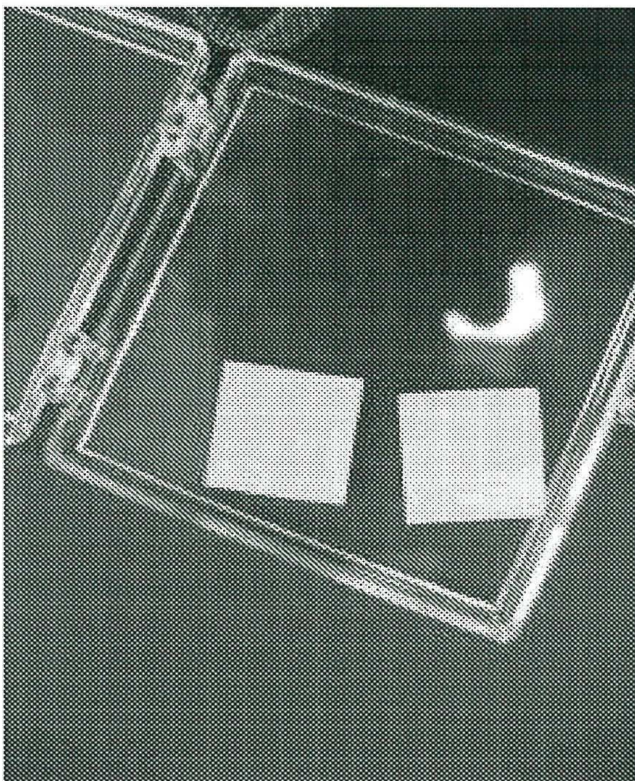
도면12a



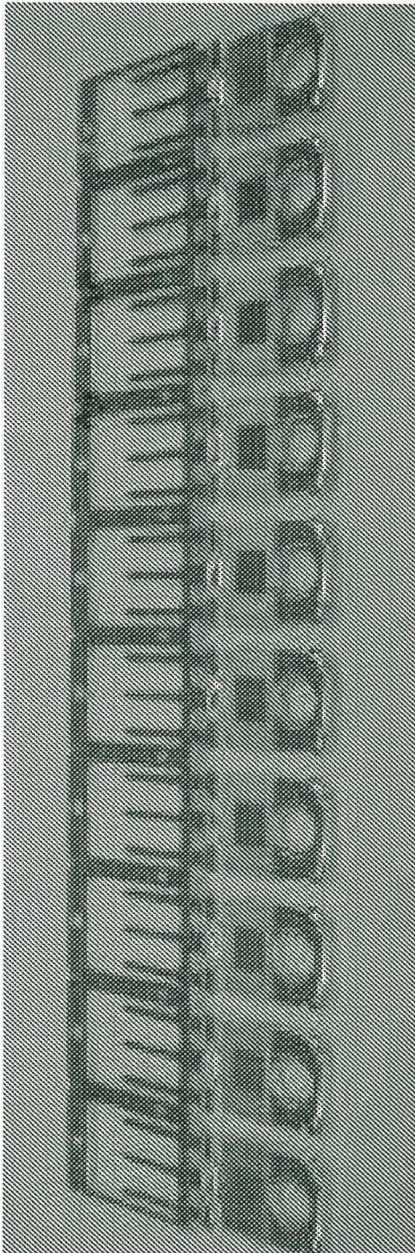
도면12b



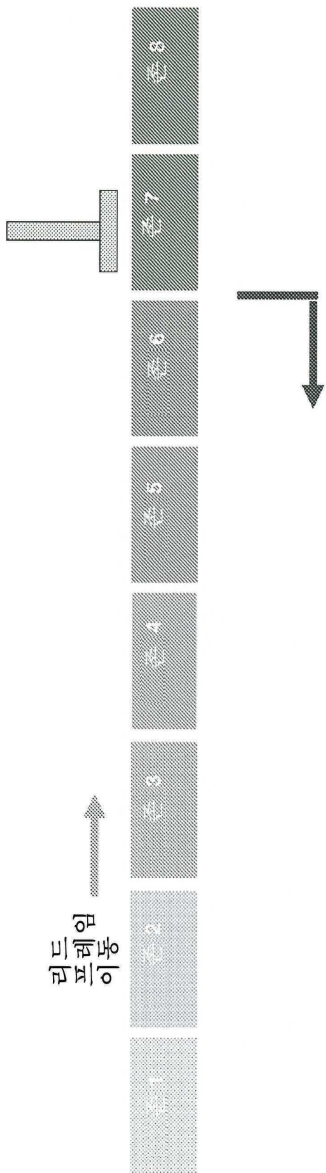
도면12c



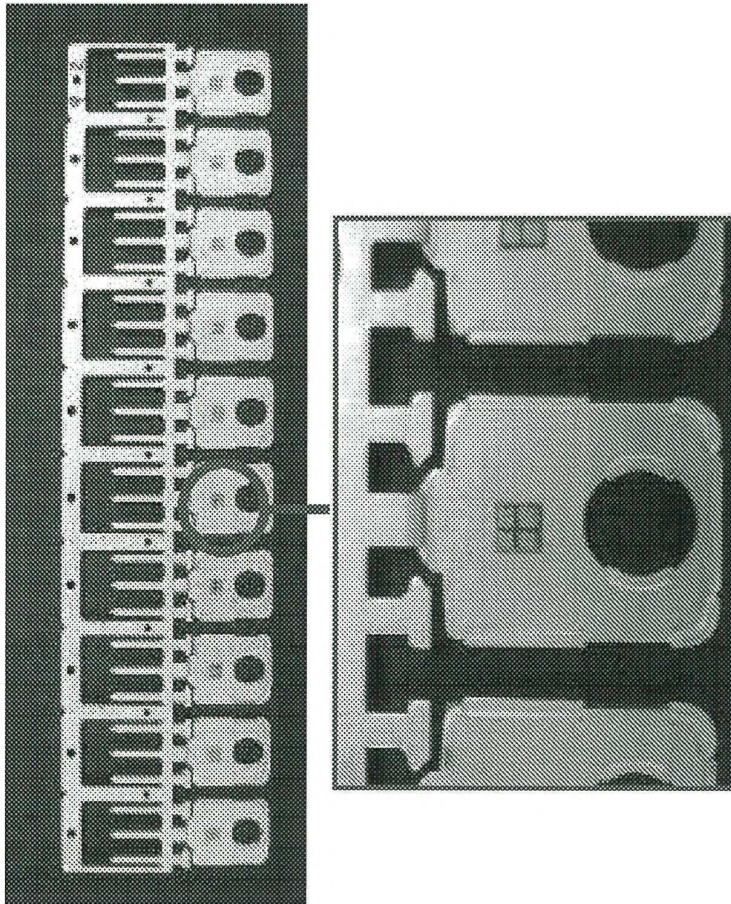
도면13



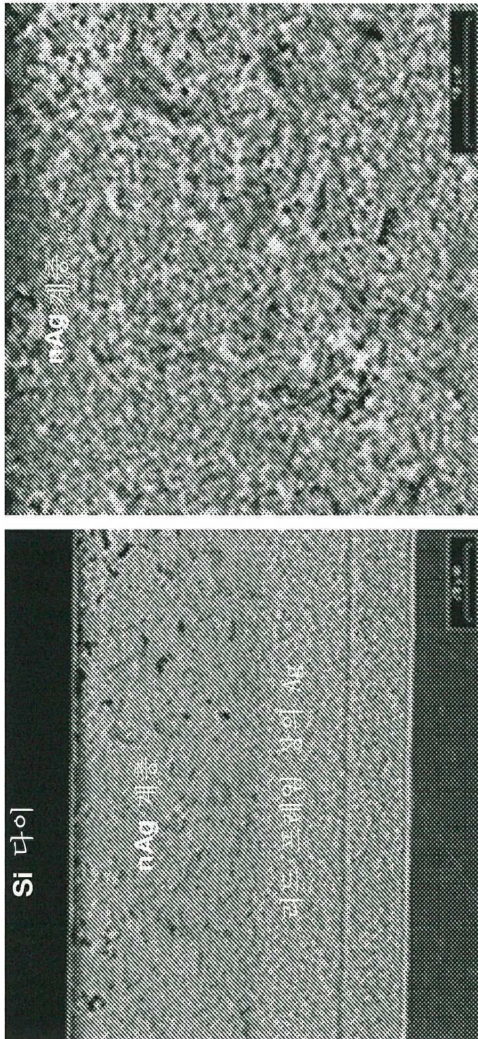
도면14



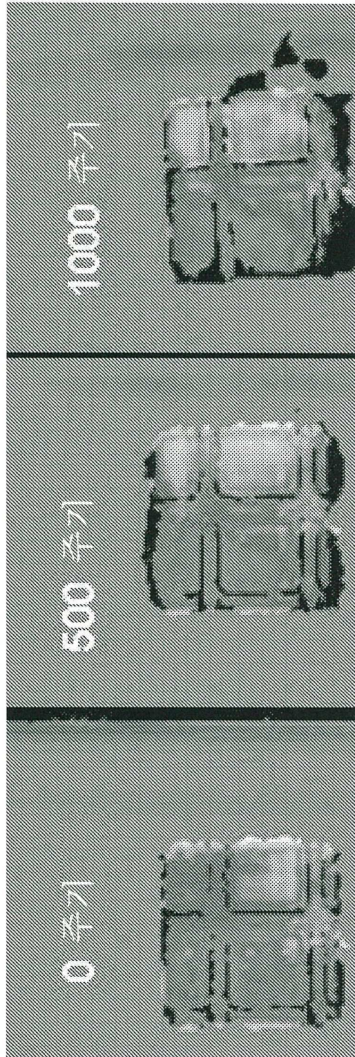
도면15



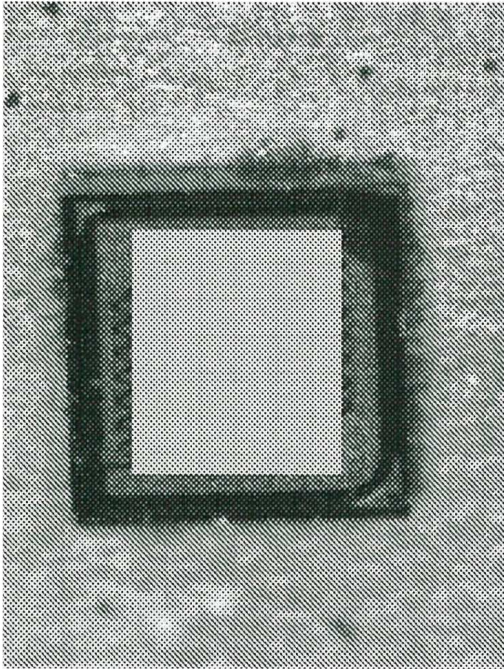
도면16



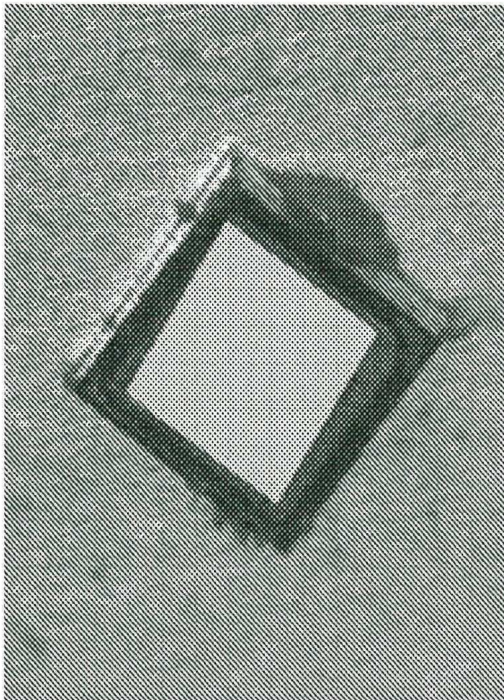
도면17



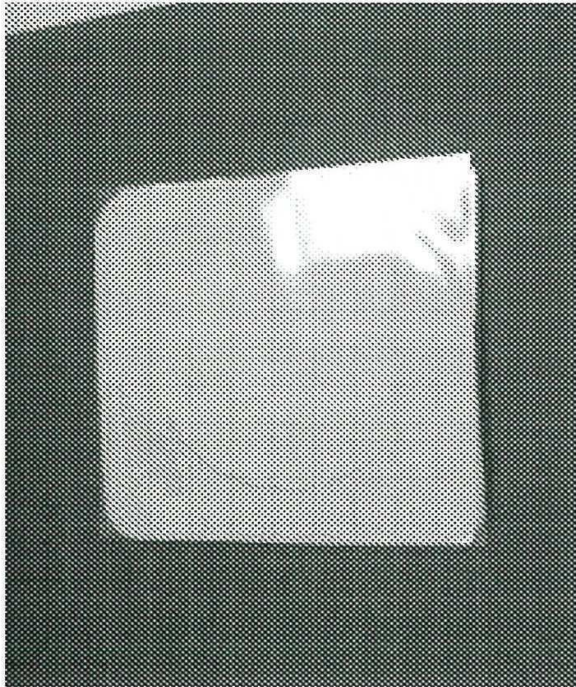
도면18



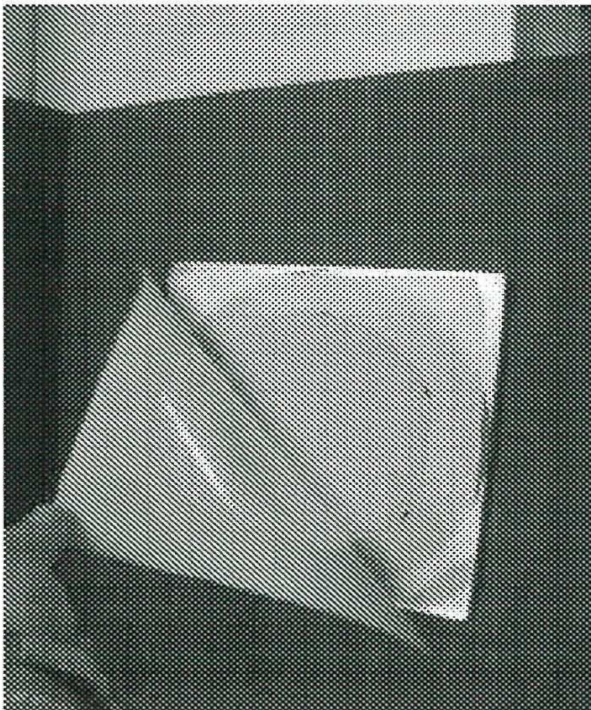
도면19



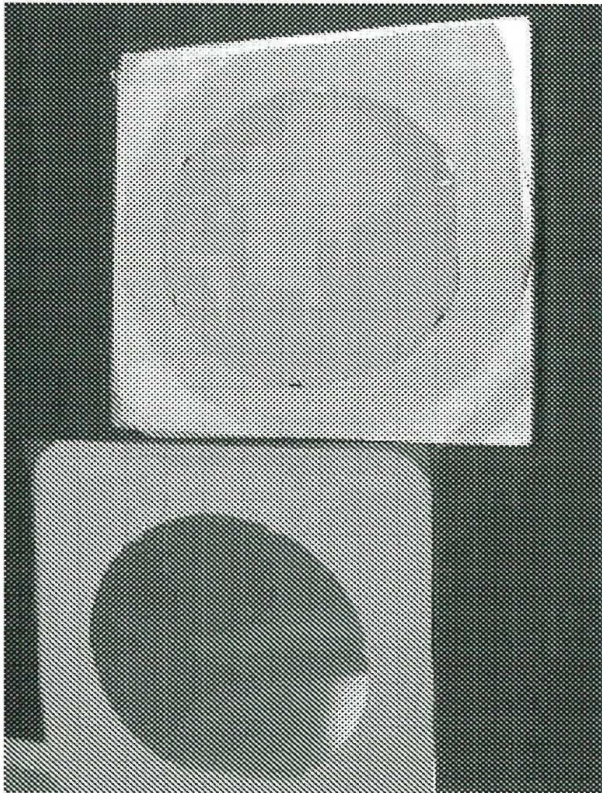
도면20a



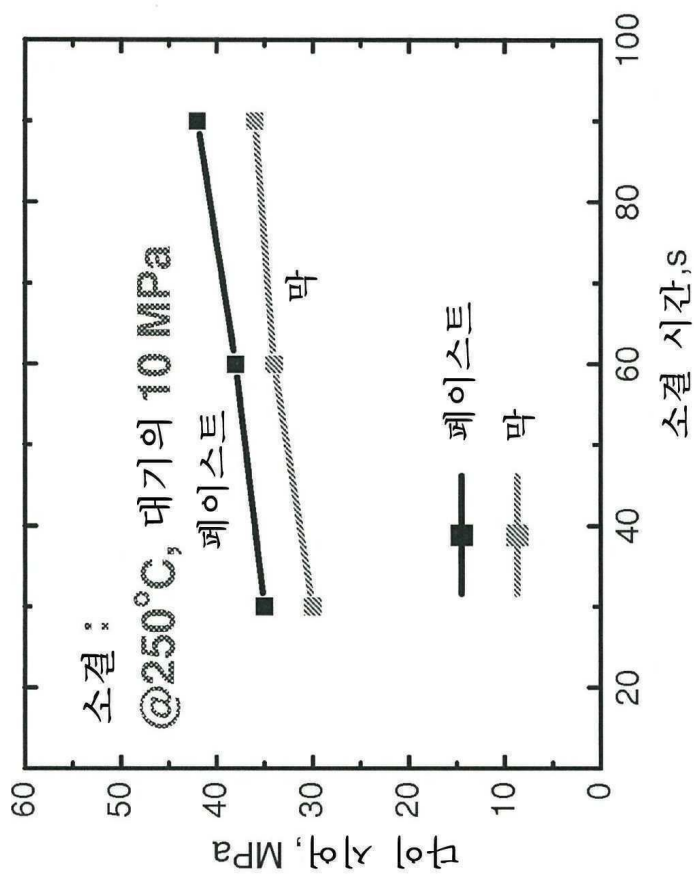
도면20b



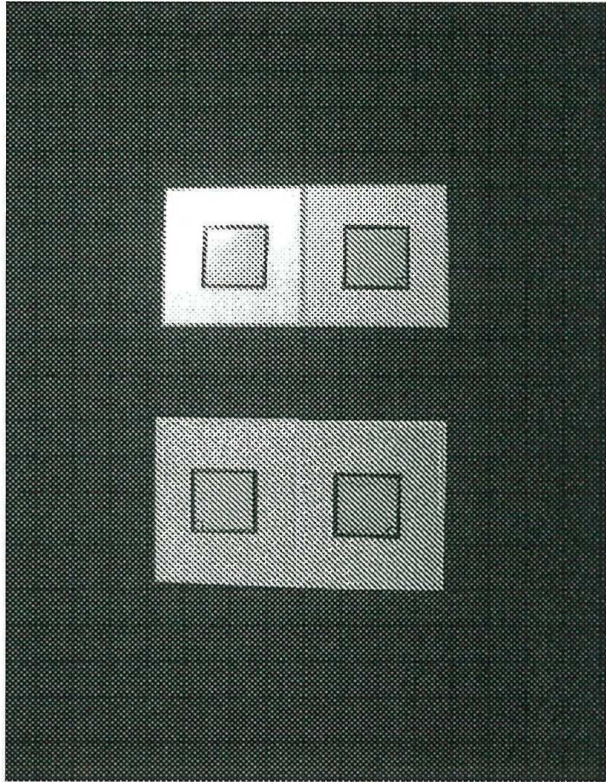
도면20c



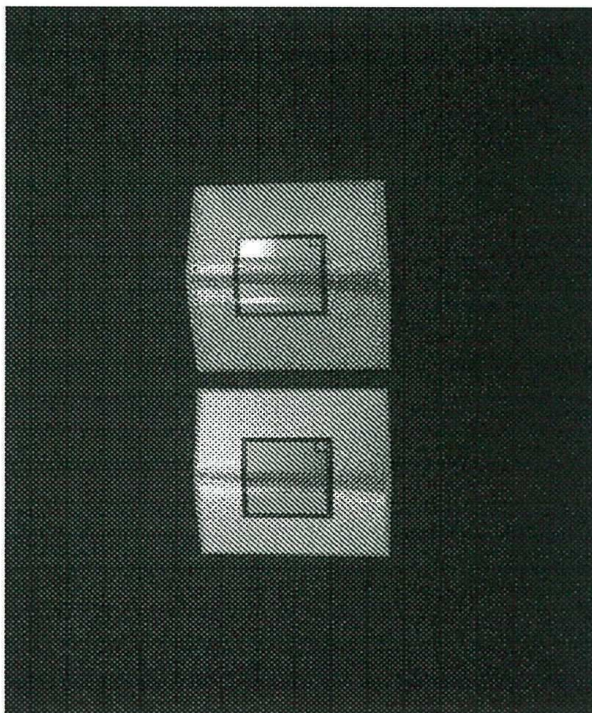
도면21



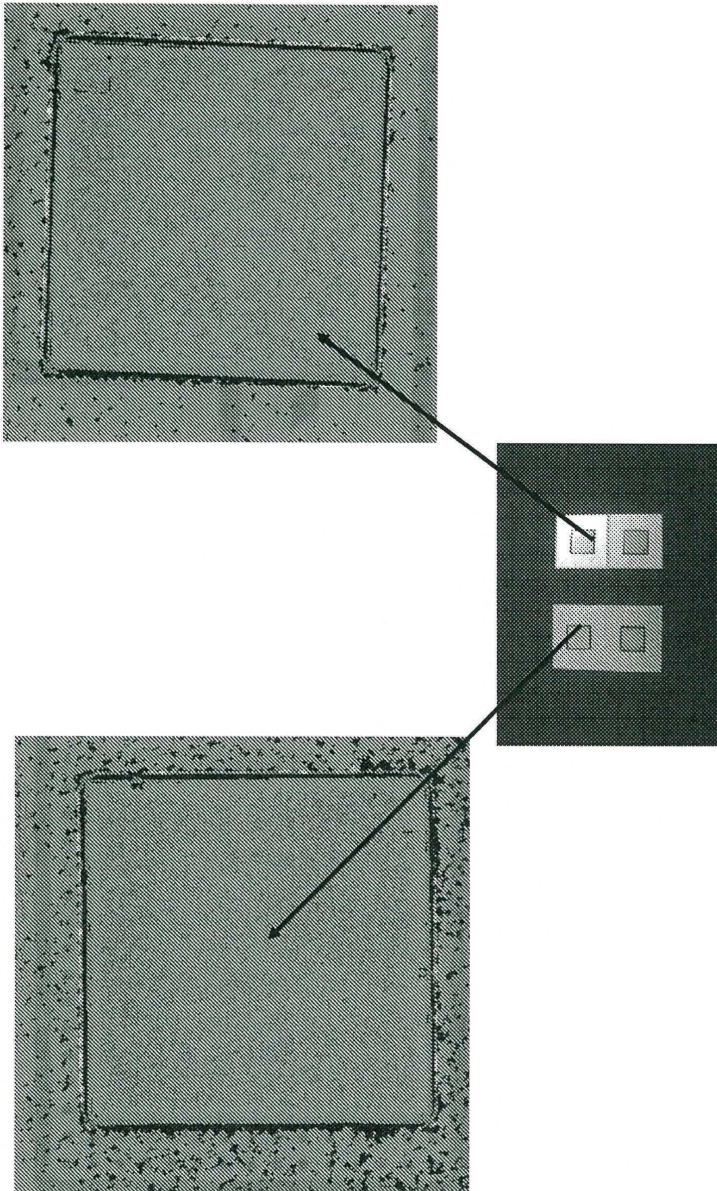
도면22a



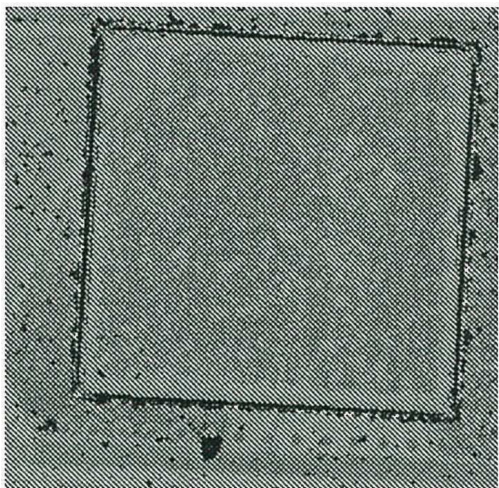
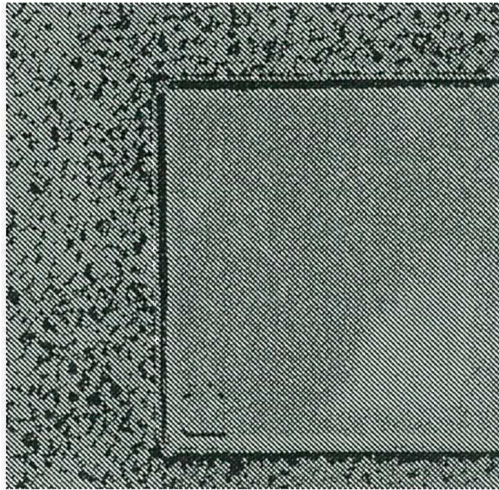
도면22b



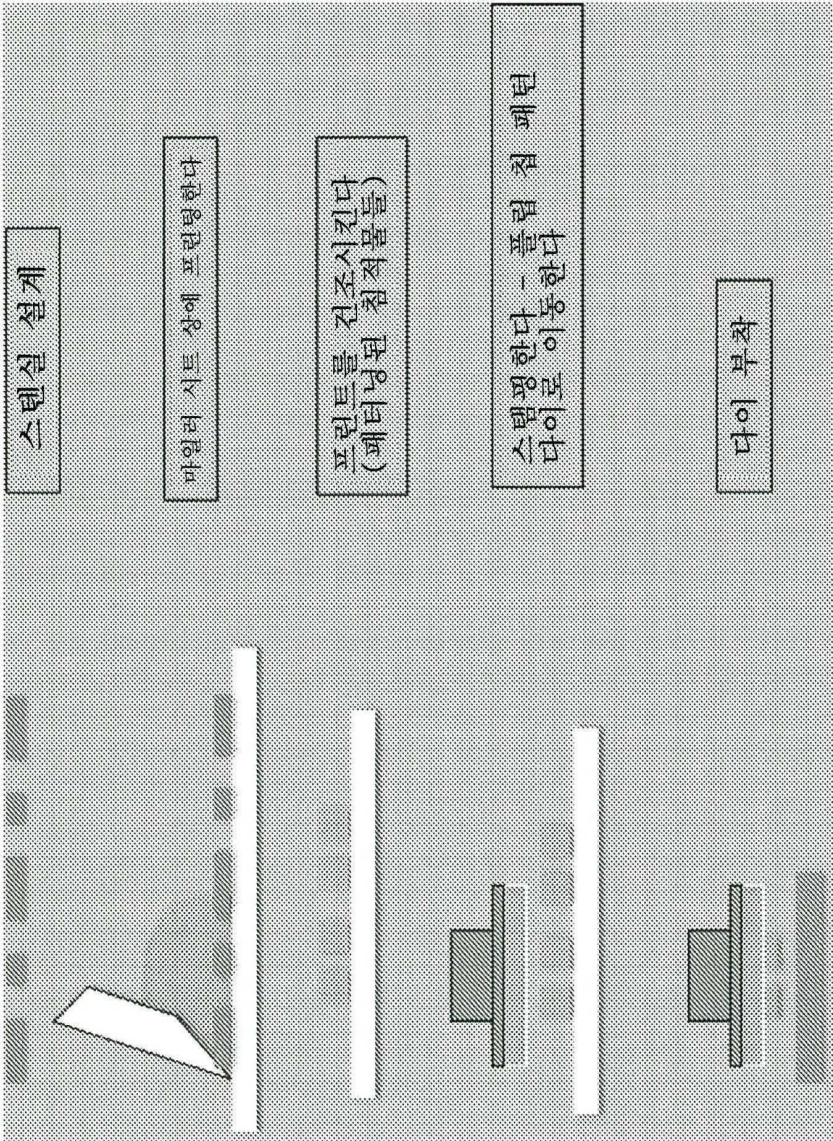
도면23a



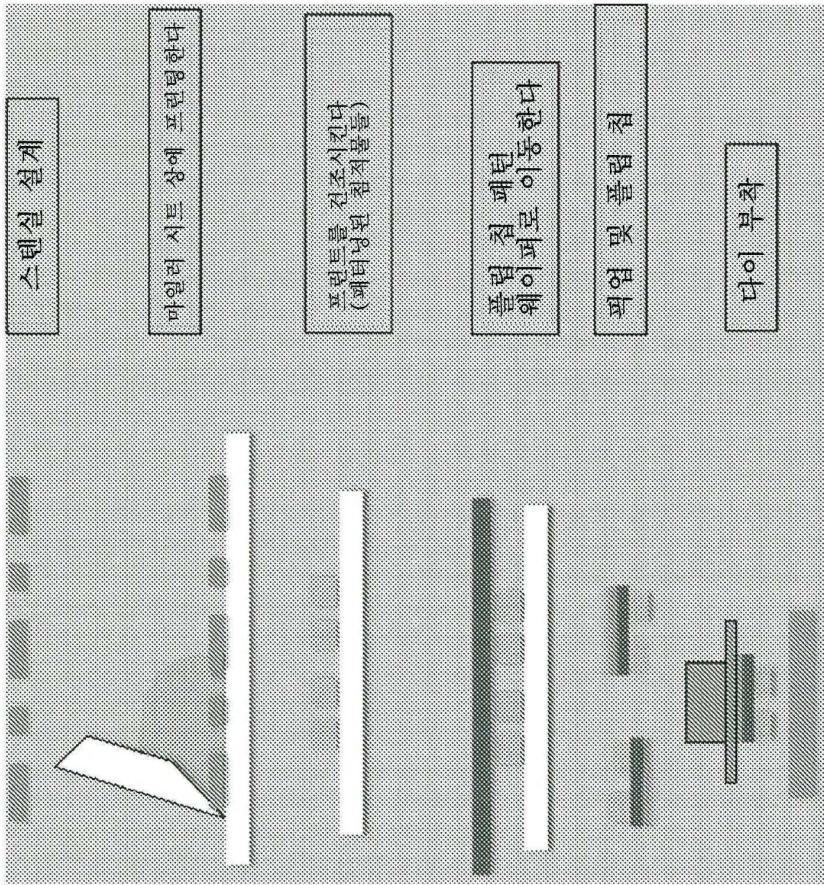
도면23b



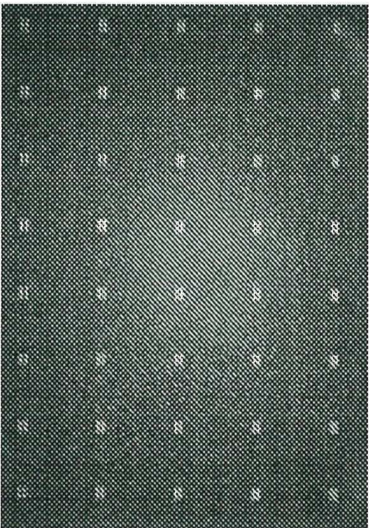
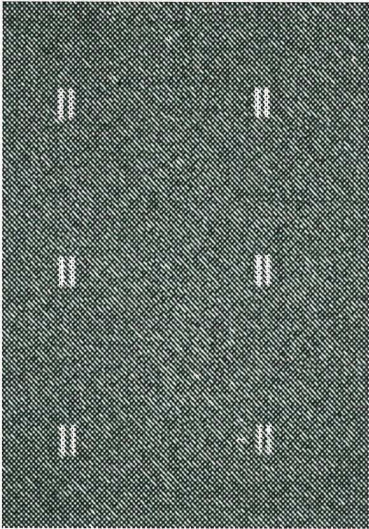
도면24



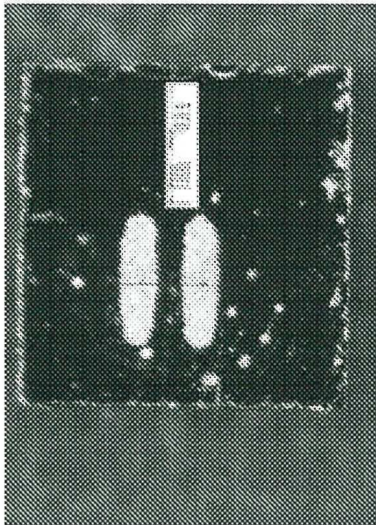
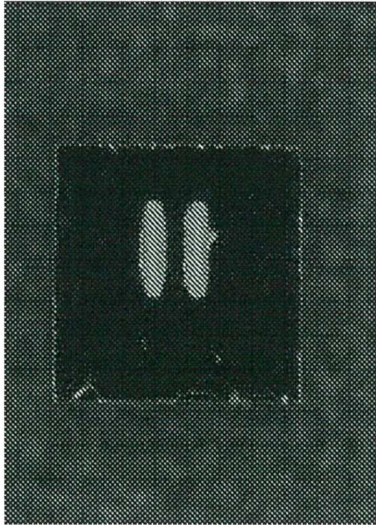
도면25



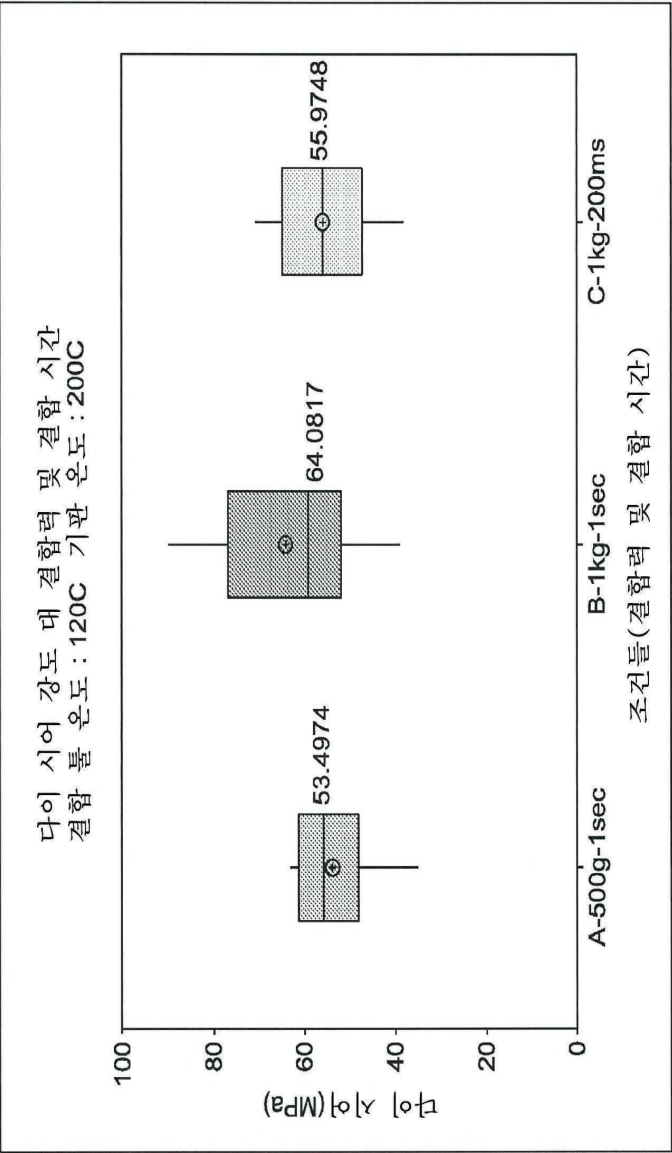
도면26



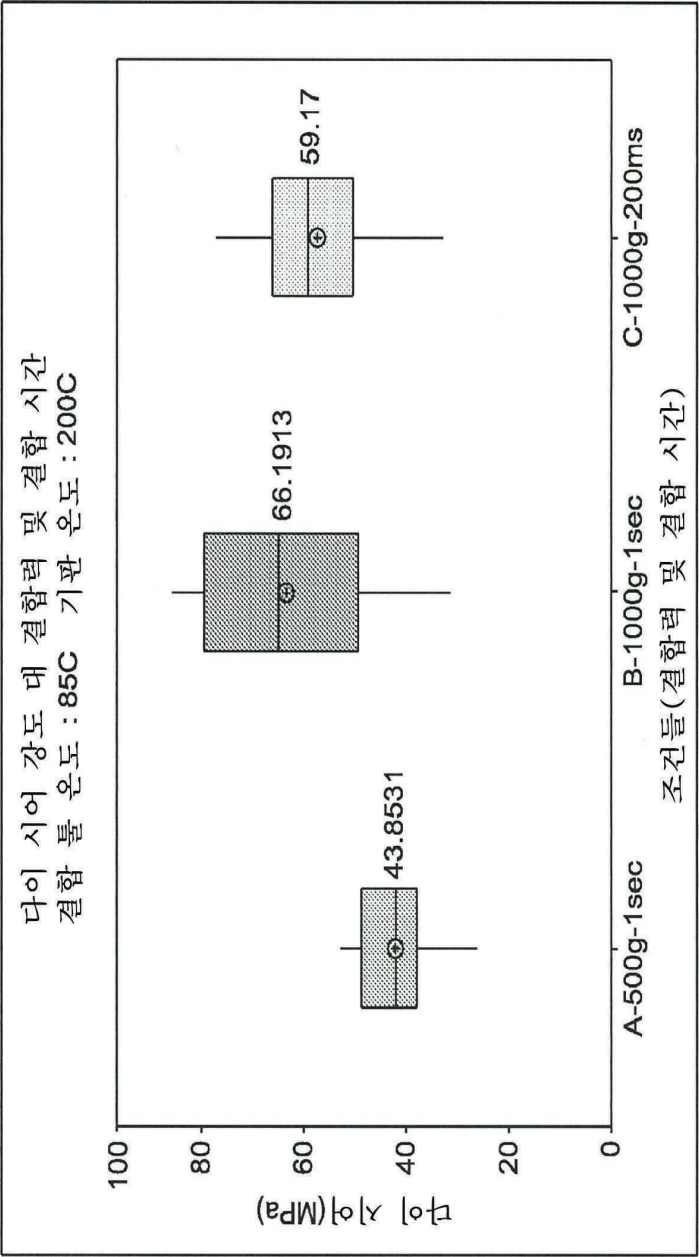
도면27



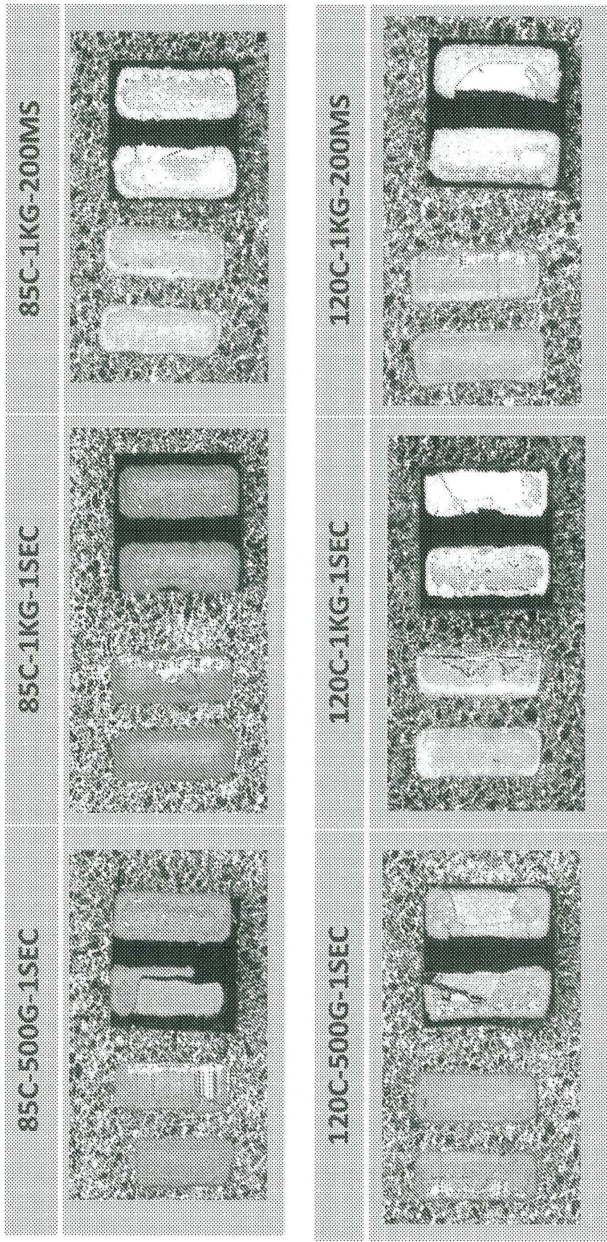
도면28



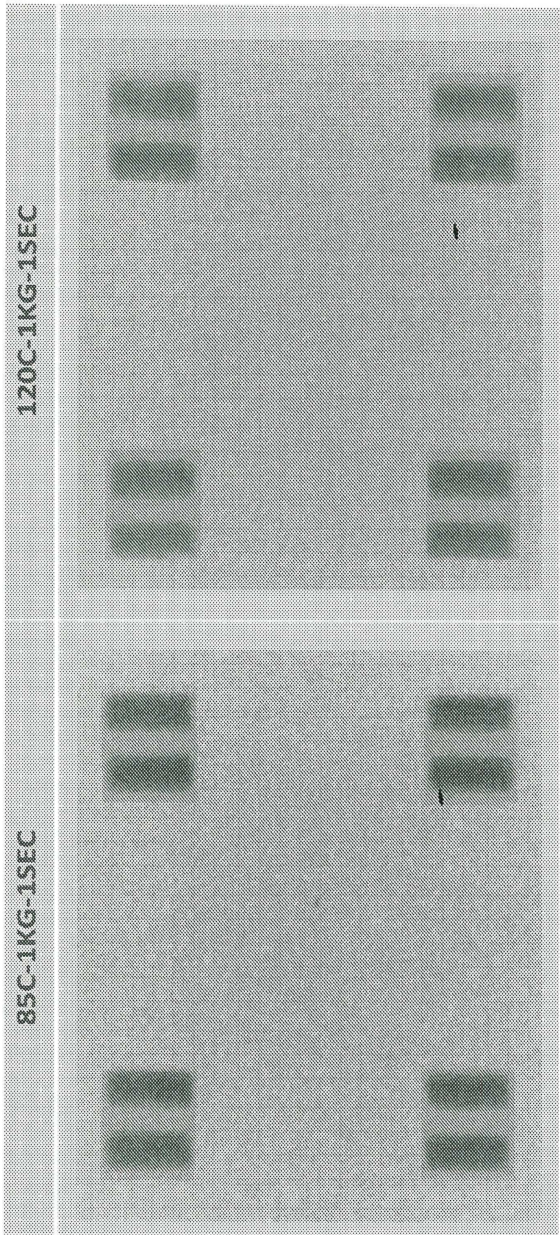
도면29



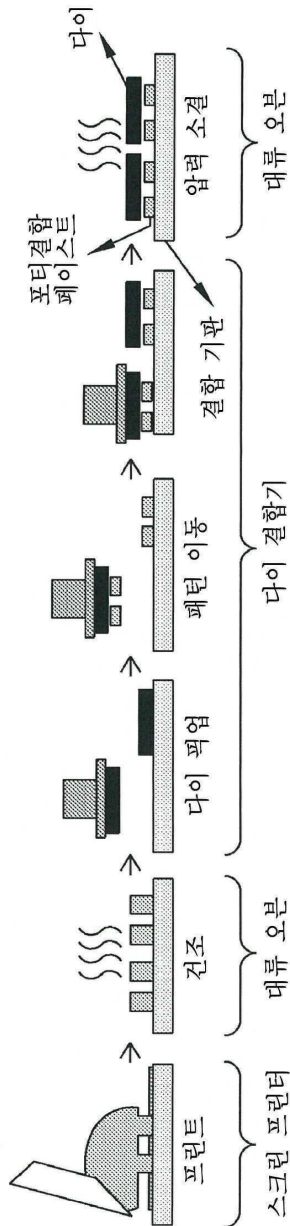
도면30



도면31



도면32



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 7

【변경전】

부착을 위한 방법에 있어서:

금속 입자들의 막을 기판에 도포하는 단계;

어셈블리를 형성하기 위해 다이(die) 또는 웨이퍼(wafer)를 상기 막 상에 배치하는 단계;

0 초과 40 MPa 미만의 압력을 상기 어셈블리에 적용하는 단계; 및

0.25 초 내지 120 분 동안 160 내지 400℃의 온도로 상기 어셈블리를 소결하는 단계를 포함하고,

상기 금속 입자들은 코어 셀 구조화된 나노입자들을 포함하고, 상기 코어 셀 구조화된 나노입자들은 은 셀

(silver shell), 및 구리, 몰리브덴 및 니켈로부터 선택된 코어 금속을 포함하고,

상기 중합체 기판은 틸리스 코팅을 가지는 폴리에스테르이고,

상기 막은 바인더를 포함하고,

상기 바인더는 수지(resin)를 포함하고,

상기 코어 셸 구조화된 나노입자들에서 셸 금속 대 코어 금속의 무게비는 10 내지 90 wt.% 셸 금속 대 90 내지 10 wt.% 코어 금속인, 부착을 위한 방법.

【변경후】

부착을 위한 방법에 있어서:

금속 입자들의 막을 기판에 도포하는 단계;

어셈블리를 형성하기 위해 다이(die) 또는 웨이퍼(wafer)를 상기 막 상에 배치하는 단계;

0 초과 40 MPa 미만의 압력을 상기 어셈블리에 적용하는 단계; 및

0.25 초 내지 120 분 동안 160 내지 400℃의 온도로 상기 어셈블리를 소결하는 단계를 포함하고,

상기 금속 입자들은 코어 셸 구조화된 나노입자들을 포함하고, 상기 코어 셸 구조화된 나노입자들은 은 셸 (silver shell), 및 구리, 몰리브덴 및 니켈로부터 선택된 코어 금속을 포함하고,

상기 기판은 틸리스 코팅을 가지는 폴리에스테르이고,

상기 막은 바인더를 포함하고,

상기 바인더는 수지(resin)를 포함하고,

상기 코어 셸 구조화된 나노입자들에서 셸 금속 대 코어 금속의 무게비는 10 내지 90 wt.% 셸 금속 대 90 내지 10 wt.% 코어 금속인, 부착을 위한 방법.