



등록특허 10-2689408



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년07월29일
(11) 등록번호 10-2689408
(24) 등록일자 2024년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/687 (2006.01) *B23K 1/00* (2006.01)
B23K 1/008 (2006.01) *B32B 9/00* (2006.01)
C04B 37/02 (2006.01) *H01L 21/67* (2006.01)
B23K 103/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01L 21/68792 (2013.01)
B23K 1/0016 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-7018791

(22) 출원일자(국제) 2018년11월29일
심사청구일자 2021년11월29일

(85) 번역문제출일자 2020년06월29일

(65) 공개번호 10-2021-0003079

(43) 공개일자 2021년01월11일

(86) 국제출원번호 PCT/US2018/063169

(87) 국제공개번호 WO 2019/108858

국제공개일자 2019년06월06일

(30) 우선권주장

62/592,348 2017년11월29일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2015505806 A*

KR1020170117046 A*

US04931363 A*

US20140186102 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 김대웅

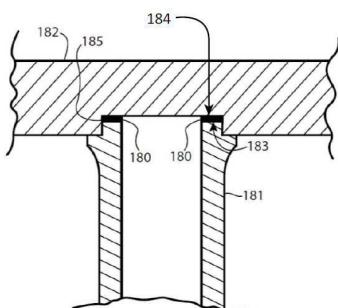
(54) 발명의 명칭 고내열성 니켈 합금 조인트들을 갖는 반도체 프로세싱 장비 및 이를 제조하기 위한 방법

(57) 요약

세라믹 피스들과 기밀 밀봉된 조인트를 결합하기 위한 방법은 2개의 피스들 사이에 결합 재료 층을 브레이징하는 단계를 포함한다. 세라믹 피스들은 알루미늄 질화물 또는 다른 세라믹들일 수 있고, 피스들은 제어된 분위기 하에서 니켈 및 합금 원소로 브레이징될 수 있다. 완성된 조인트는 완전히 또는 실질적으로 용액의 다른 엘리먼트

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도5



를 갖는 니켈일 것이다. 조인트 재료는 추후, 기관 프로세싱 동안 프로세스 챔버 내의 환경들, 및 가열기 또는 정전 척의 내부에서 볼 수 있는 산소화 분위기 둘 모두를 견디도록 적응된다. 반도체 프로세싱 장비는 세라믹을 포함하고, 니켈 합금과 결합되고, 플루오린(fluorine) 화학물질들과 같은 프로세싱 화학물질들뿐만 아니라 고온들을 견디도록 적응된다.

(52) CPC특허분류

B23K 1/008 (2013.01)
B32B 9/005 (2013.01)
C04B 37/026 (2013.01)
H01L 21/67126 (2013.01)
H01L 21/68757 (2013.01)
H01L 21/68785 (2013.01)
B23K 2103/52 (2018.08)
C04B 2235/6581 (2013.01)
C04B 2237/123 (2013.01)

(72) 발명자

스티븐스, 제이슨

미국 94131 캘리포니아 샌프란시스코 26 스트리트
4280

파커, 마이클

미국 94513 캘리포니아 브렌트우드 노리스 스트리트 572

엘리엇, 알프레드, 그랜트

미국 94303 캘리포니아 팔로 alto 오르테가 코트
3712

명세서

청구범위

청구항 1

제1 계면 영역을 갖는 제1 세라믹 피스 및 제2 계면 영역을 갖는 제2 세라믹 피스를 결합하기 위한 방법으로서, 결합 예비-조립체(joining pre-assembly)를 생성하기 위해, 상기 제1 세라믹 피스의 상기 제1 계면 영역과 상기 제2 세라믹 피스의 상기 제2 계면 영역 사이의 조인트 계면 영역(joint interface area)에 브레이징 엘리먼트(brazing element)를 배치하는 단계 – 상기 브레이징 엘리먼트는 1.5 내지 7 중량 퍼센트 알루미늄(weight percent aluminum) 범위의 알루미늄, 1 내지 10 중량 퍼센트 티타늄 범위의 티타늄, 1 내지 9 중량 퍼센트 실리콘 범위의 실리콘 및 1.0 내지 10.0 중량 퍼센트 크롬 범위의 크롬으로 구성된 그룹으로부터 선택된 합금 원소를 포함하는 니켈 합금이고, 상기 합금 원소는 고상선 온도(solidus temperature)를 가짐 – ;

상기 결합 예비-조립체를 프로세스 챔버에 배치하는 단계;

상기 프로세스 챔버로부터 산소를 제거하는 단계; 및

상기 제1 세라믹 피스를 상기 제2 세라믹 피스에 기밀(hermetically) 결합시키기 위해 상기 결합 예비-조립체를 상기 합금 원소의 고상선 온도 이상의 결합 온도로 가열하는 단계를 포함하는,

제1 계면 영역을 갖는 제1 세라믹 피스 및 제2 계면 영역을 갖는 제2 세라믹 피스를 결합하기 위한 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 결합 온도는 상기 브레이징 엘리먼트의 액상선 온도(liquidus temperature) 이상인,

제1 계면 영역을 갖는 제1 세라믹 피스 및 제2 계면 영역을 갖는 제2 세라믹 피스를 결합하기 위한 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제1 세라믹 피스 및 상기 제2 세라믹 피스 각각은 알루미늄 질화물을 포함하는,

제1 계면 영역을 갖는 제1 세라믹 피스 및 제2 계면 영역을 갖는 제2 세라믹 피스를 결합하기 위한 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

세라믹을 포함하고 외부 주변부(outer periphery)를 갖는 제1 플레이트 층;

세라믹을 포함하고 외부 주변부를 갖는 제2 플레이트 층; 및

상기 제1 플레이트 층과 제2 플레이트 층 사이에 조인트를 형성하도록 구성되는, 상기 제1 플레이트 층의 외부 주변부와 상기 제2 플레이트 층 사이에서, 상기 제1 플레이트 층과 상기 제2 플레이트 층 사이에 배치된 환형 브레이징 층(annular brazing layer)을 포함하고,

상기 환형 브레이징 층은 1.5 내지 7 중량 퍼센트 알루미늄 범위의 알루미늄, 1 내지 10 중량 퍼센트 티타늄 범위의 티타늄, 1 내지 9 중량 퍼센트 실리콘 범위의 실리콘 및 1.0 내지 10.0 중량 퍼센트 크롬 범위의 크롬으로 구성된 그룹으로부터 선택된 합금 원소를 포함하는 니켈 합금이고,

상기 브레이징 층은 상기 제1 플레이트 층과 상기 제2 플레이트 층 사이에 내부 공간을 제공하고,

상기 브레이징 층은 상기 조인트의 외부 영역으로부터 상기 내부 공간을 기밀 밀봉하는,

반도체 프로세싱에 사용하기 위한 다층 플레이트 조립체.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 제1 플레이트 층 및 상기 제2 플레이트 층 각각은 알루미늄 질화물을 포함하는,

반도체 프로세싱에 사용하기 위한 다층 플레이트 조립체.

청구항 7

삭제

청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 제1 플레이트 층과 상기 제2 플레이트 층 사이에 전극을 더 포함하고, 상기 전극은 상기 환형 브레이징 층과 동일한 재료로 구성되는,

반도체 프로세싱에 사용하기 위한 다층 플레이트 조립체.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 환형 브레이징 층은 상기 전극의 외부 주변부 주위의 환형 링인,

반도체 프로세싱에 사용하기 위한 다층 플레이트 조립체.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 Elliot 등에 의해 2017년 11월 29일에 출원된 미국 가특허 출원 제62/592,348호를 우선권으로 주장하고, 상기 출원의 전체 내용은 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0002] 본 발명은 물체들을 함께 결합하기 위한 방법들에 관한 것으로, 더 구체적으로는 세라믹 물체들을 결합하기 위한 브레이징(brazing) 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 반도체 프로세싱 및 유사한 제조 프로세스들은 통상적으로, 박막 증착 기법들, 이를테면, CVD(Chemical Vapor Deposition), PVD(Physical Vapor Deposition), VPE(Vapor Phase Epitaxy), 반응성 이온 에칭, 및 다른 프로세싱 방법들을 채용한다. CVD 프로세싱뿐만 아니라 다른 제조 기법들에서, 실리콘 웨이퍼와 같은 기판은, 가열기(heater) 또는 정전 척(electrostatic chuck)과 같은 반도체 프로세싱 장비를 사용하여 프로세싱 캠버 내에 고정되고, 프로세스의 특정 프로세싱 조건들에 노출된다. 가열기 또는 정전 척은 본질적으로, 기판을 고정하는 것에 부가하여 일부 예들에서 기판을 가열하는 데 또한 사용될 수 있는 페디스털(peDESTal)이다. 캠버 내의 다른 장비, 이를테면, 증착 화학물질들을 전달하는 데 사용되는 샤퍼헤드들이 또한 이러한 프로세스들에서 사용된다.

[0004] 반도체 프로세싱 장비가 높은 동작 온도들 및 부식성 프로세스 가스들에 노출됨에 따라, 그리고 양호한 온도 제어를 위해 양호한 열 전도도가 요구되기 때문에, 종래 기술의 가열기들은, 예컨대, AlN(aluminum nitride) 세라믹 또는 PBN, 실리콘 이산화물(석영), 흑연 및 알루미늄 합금들, 니켈 합금들, 스테인리스 강 합금들 및 인코넬과 같은 다양한 금속들과 같은 재료들의 매우 제한된 선택으로 제조되었다. 반도체 프로세싱 또는 캠버 세정을 위해 통상적으로 사용되는 반응성 프로세스 가스들은 일반적으로, 금속 합금들로 제조된 가열기들과 반응한다고 현재 믿어지고 있다. 이러한 반응들은 부식성 부산물들, 및 다른 효과들을 생성할 수 있는데, 이는 원하는 프로세스 결과들에 유해할 수 있다고 믿어지고 있다. 세라믹 재료들은 통상의 프로세스 가스들과의 반응들, 및 반응 부산물들로부터의 부식에 대해 훨씬 더 내성이 있을 수 있다. 그러나, 세라믹 재료들은, 내재적인(inherent) 재료 특성들로 인해 제조 방법들에 제한을 받고 제조 비용들이 높을 수 있다.

[0005] 세라믹 샤프트 및 세라믹 플레이트를 갖는 가열기들 및 정전 척들과 같은, 세라믹들을 사용한 반도체 프로세싱 장비의 제조는 현재, 하위 컴포넌트들을 부분 밀도로 열간 가압(hot pressing)하고, 이어서 전체 밀도가 획득될 때까지 전체 조립체를 다시 열간 가압하는 것을 수반한다. 이러한 타입의 제조에서, 크고 복잡한 세라믹 피스의 고온 가압/소결은 큰 물리적 공간을 요구하며, 다수의 순차적인 소결 단계들이 요구된다. 이미 전체 밀도로 가압된 2개 이상의 피스들로 제조하는 경우, 적어도 2개의 결점들이 또한 존재한다. 첫 번째로, 주요 컴포넌트들의 초기 소결 이후에, 이를 컴포넌트들(예컨대, 알루미늄 질화물의 경우)은 통상적으로, 주요 컴포넌트들을 결합하기 위해 액상 소결 프로세스를 사용하여 결합되는데, 액상 소결 프로세스는 높은 열, 높은 압축력, 및 고온들과 높은 압축력 둘 모두를 제공할 수 있는 프로세스 오븐에서의 상당한 양의 시간을 필요로 한다. 이를테면, 세라믹 가열기를 생성하는 프로세스에서 행해지는, 플레이트에 대한 이러한 소결 동안 샤프트에 인가되는 높은 압축력을 흔히, 환형 샤프트 벽들이, 이러한 압축력을 지지하기 위해 완성된 제품에서 요구되는 것보다 더 두꺼운 단면 두께를 가질 것을 요구한다. 이어서, 샤프트는, 샤프트 아래로의 열 흐름을 최소로 유지하기 위해 요구되는 더 작은 최종 두께까지 기계 가공될 필요가 있을 수 있다. 둘째로, 수반되는 고온뿐만 아니라 높은 접촉 압력들은 세라믹 섹션들 사이의 컴포넌트 배치들의 균일성이 부족하게 할 수 있다. 예컨대, 라디오 주파수 안테나는 약간 움직이거나 그렇지 않다면 변형되거나 상이한 두께들을 가질 수 있고, 이는, 안테나가 나중 프로세스들의 지원에 사용될 때, 반도체 웨이퍼들의 불균일한 프로세싱을 초래할 수 있다.

[0006] 미국 특허 제8,789,743호는 다른 종래 프로세스들의 위에서 언급된 결점들을 해결하는 세라믹 재료들을 결합하기 위한 방법을 개시한다. 이 방법은, 화산 없이 양호하고 완벽한 습식 및 기밀 조인트들(hermetic joints)을 유발할 수 있는 온도들에서 고순도 알루미늄 브레이징 재료를 사용하는 단계를 포함한다. 그러나, 이러한 조인트들의 단점은, 이러한 조인트들을 사용하여 제조된 장비가 알루미늄 브레이즈 재료의 고상선 온도(solidus temperature)를 초과하는 온도에서 사용하기에 적절하지 않을 수 있다는 것이다.

[0007] 기밀 시일(hermetic seal)을 제공하고, 더 고온들, 예컨대, 700°C 이상을 초과하는 온도들에서 실행되는 프로세스들에 대한 후속 노출에 견딜 수 있는 세라믹 피스들을 결합하기 위한 결합 방법이 요구된다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 반도체 프로세싱에서 사용되는 플레이트 및 샤프트 디바이스의 측면도이다.

[0009] 도 2는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 플레이트에 대한 고온 프레스 및 오븐의 개략도이다.

[0010] 도 3은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 복수의 플레이트들에 대한 고온 프레스 및 오븐의 개략도이다.

[0011] 도 4는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 플레이트 및 샤프트 디바이스에 대한 고온 프레스 및 오븐의 개략도이다.

[0012] 도 5a는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 플레이트와 샤프트 간의 조인트의 횡단면도이다.

[0013] 도 6은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 플레이트와 샤프트 간의 조인트의 횡단면도이다.

[0014] 도 7은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 스탠드오프들을 갖는 샤프트 단부의 사시도이다.

[0015] 도 8은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 반도체 제조에서 사용되는 플레이트 및 샤프트 디바이스의 부분적 횡단면도이다.

[0016] 도 9는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 플레이트와 샤프트 간의 조인트 중 일부의 횡단면도이다.

[0017] 도 10은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 플레이트 및 샤프트 디바이스의 측면도이다.

[0018] 도 11은 본 발명의 일부 실시예들의 양상들을 예시하는 니켈 알루미늄 합금의 상태도이다.

[0019] 도 12는 본 발명의 일부 실시예들의 양상들을 예시하는 니켈 티타늄 합금의 상태도이다.

[0020] 도 13은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 정전 척의 횡단면도이다.

[0021] 도 14는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 다중층 플레이트 조립체의 횡단면도이다.

[0022] 도 15는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 화학 기상 증착 샤퍼헤드의 횡단면도이다.

[0023] 도 16은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 화학 기상 증착 샤퍼헤드의 횡단면도이다.

[0024] 도 17은 본 발명의 일부 실시예들의 양상들을 예시하는 Ni-Si 합금들의 상태도이다.

[0025] 도 18은 본 발명의 일부 실시예들의 양상들을 예시하는 Ni-Cr 합금들의 상태도이다.

[0026] 도 19는 본 발명의 일부 실시예들에 따른 다중층 플레이트 조립체의 횡단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 반도체 프로세싱 장비를 형성하기 위해 기밀(hermetically) 밀봉된 조인트와 세라믹 피스의 결합을 위한 방법이 제공될 수 있다. 세라믹 피스들은 선택적으로 알루미늄 질화물 또는 다른 세라믹들일 수 있으며, 피스들은 제어된 분위기 하에서 니켈 및 하나 이상의 합금 원소들과 선택적으로 결합될 수 있다. 완성된 조인트는 선택적으로 완전히 또는 실질적으로 니켈일 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, 기밀성은 선택적으로 1×10^{-9} sccm He/sec 미만의 진공 누설 레이트를 갖는 것으로 정의될 수 있다.

[0010] 조인트 재료는 추후, 기관 프로세싱 동안 프로세스 챔버 내의 환경들, 및 가열기 또는 정전 척의 내부에서 볼 수 있는 산소화 분위기 모두를 견딜 수 있다. 반도체 프로세싱 장비는 세라믹을 포함하고, 니켈 합금과 결합되고, 플루오린 화학물질들과 같은 프로세싱 화학물질들뿐만 아니라 고온들을 견디도록 적응된다.

[0011]

[0029] 제1 계면 영역을 갖는 제1 세라믹 피스 및 제2 계면 영역을 갖는 제2 세라믹 피스의 결합을 위한 방법이 제공될 수 있고, 결합 예비-조립체(joining pre-assembly)를 생성하기 위해, 제1 세라믹 피스의 제1 계면 영역과 제2 세라믹 피스의 제2 계면 영역 사이의 조인트 계면 영역(joint interface area)에 브레이징 엘리먼트(brazing element)를 배치하는 단계를 포함할 수 있다. 브레이징 엘리먼트는 니켈 및 합금 원소를 포함할 수 있다. 합금 원소는 선택적으로 알루미늄일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로 티타늄일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로 실리콘일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로 크롬일 수 있다. 결합 예비-조립체는 프로세스 챔버에 배치될 수 있다. 산소는 선택적으로 프로세스 챔버로부터 제거될 수 있다. 결합 예비-조립체는 적절한 결합 온도, 예컨대, 제1 세라믹 피스를 제2 세라믹 피스에 기밀 결합시키기 위해 합금 원소의 고상선 온도 이상으로 가열될 수 있다.

[0012]

[0030] 합금 원소가 알루미늄일 때, 니켈 알루미늄 조성물의 범위는 선택적으로 95-97 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 알루미늄일 때, 니켈 알루미늄 조성물의 범위는 선택적으로 93-98.5 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 알루미늄일 때, 니켈 알루미늄 조성물의 범위는 선택적으로 91-100 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 티타늄일 때, 니켈 티타늄 조성물의 범위는 선택적으로 96-98 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 티타늄일 때, 니켈 티타늄 조성물의 범위는 선택적으로 90-99 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 실리콘일 때, 니켈 실리콘 조성물의 범위는 선택적으로 92-96 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 실리콘일 때, 니켈 실리콘 조성물의 범위는 선택적으로 91-99 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 실리콘일 때, 니켈 실리콘 조성물의 범위는 선택적으로 90-100 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 크롬일 때, 니켈 크롬 조성물의 범위는 선택적으로 60 내지 80 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 크롬일 때, 니켈 크롬 조성물의 범위는 선택적으로 50 내지 90 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 크롬일 때, 니켈 크롬 조성물의 범위는 선택적으로 30 내지 99 Wt% 니켈의 범위일 수 있다.

[0013]

[0031] 제1 결합 온도는 선택적으로 브레이징 엘리먼트의 액상선 온도 이상일 수 있다. 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 중 하나 또는 둘 모두 각각은 선택적으로 알루미늄 질화물을 포함할 수 있다. 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 중 하나 또는 둘 모두 각각은 선택적으로 알루미늄 질화물을 포함할 수 있다. 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 중 하나 또는 둘 모두 각각은 선택적으로 실리콘 질화물을 포함할 수 있다. 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 중 하나 또는 둘 모두 각각은 선택적으로 실리콘 탄화물을 포함할 수 있다. 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 중 하나 또는 둘 모두 각각은 선택적으로 베릴륨 산화물을 포함할 수 있다. 제1 세라믹 피스는 선택적으로 알루미늄 질화물일 수 있고, 제2 세라믹 피스는 선택적으로 지르코니아, 알루미나 또는 다른 세라믹일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로, 예컨대, 1.5 내지 7 중량 퍼센트의 알루미늄의 범위의 알루미늄일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로, 예컨대, 1 내지 10 중량 퍼센트 티타늄의 범위의 티타늄일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로, 예컨대, 1 내지 9 중량 퍼센트 실리콘의 범위의 실리콘일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로, 예컨대, 1.0 내지 10.0 중량 퍼센트 크롬의 범위의 크롬일 수 있다.

[0014]

[0032] 반도체 프로세싱에 사용하기 위한 다층 플레이트 조립체가 제공될 수 있고, 세라믹을 포함하고 외부 주변부(outer periphery)를 갖는 제1 플레이트 층, 세라믹을 포함하고 외부 주변부를 갖는 제2 플레이트 층, 및 제1 플레이트 층과 제2 플레이트 층 사이에 조인트를 형성하기 위해 제1 플레이트 층의 외부 주변부와 제2 플레이트 층 사이의 제1 플레이트 층과 제2 플레이트 층 사이에 배치된 환형 브레이징 층(annular brazing layer)을 포함할 수 있다. 브레이징 층은 니켈 및 합금 원소를 포함할 수 있다. 합금 원소는 선택적으로 알루미늄일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로 티타늄일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로 실리콘일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로 크롬일 수 있다. 브레이징 층은 제1 플레이트 층과 제2 플레이트 층 사이에 내부 공간을 제공할 수 있다. 브레이징 층은 조인트 외부 영역으로부터 내부 공간을 기밀 밀봉한다.

[0015]

[0033] 합금 원소가 알루미늄일 때, 니켈 알루미늄 조성물의 범위는 선택적으로 95-97 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 알루미늄일 때, 니켈 알루미늄 조성물의 범위는 선택적으로 93-98.5 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 알루미늄일 때, 니켈 알루미늄 조성물의 범위는 선택적으로 91-100 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 티타늄일 때, 니켈 티타늄 조성물의 범위는 선택적으로 96-98 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 티타늄일 때, 니켈 티타늄 조성물의 범위는 선택적으로 90-99 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 실리콘일 때, 니켈 실리콘 조성물의 범위는 선택적으로 92-96 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 실리콘일 때, 니켈 실리콘 조성물의 범위는 선택적으로 91-99 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 실리콘일 때, 니켈 실리콘 조성물의 범위는 선택적으로 90-100 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 크롬일 때, 니

켈 크롬 조성물의 범위는 선택적으로 60 내지 80 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 크롬일 때, 니켈 크롬 조성물의 범위는 선택적으로 50 내지 90 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 합금 원소가 크롬일 때, 니켈 크롬 조성물의 범위는 선택적으로 30 내지 99 Wt% 니켈의 범위일 수 있다.

[0016] [0034] 제1 플레이트 층 및 제2 플레이트 층 중 하나 또는 둘 모두 각각은 선택적으로 알루미늄 질화물을 포함할 수 있다. 제1 플레이트 층 및 제2 플레이트 층 중 하나 또는 둘 모두 각각은 선택적으로 실리콘 질화물을 포함할 수 있다. 제1 플레이트 층 및 제2 플레이트 층 중 하나 또는 둘 모두 각각은 선택적으로 실리콘 탄화물을 포함할 수 있다. 제1 플레이트 층 및 제2 플레이트 층 중 하나 또는 둘 모두 각각은 선택적으로 베릴륨 산화물을 포함할 수 있다. 합금 원소는 선택적으로, 예컨대, 1.5 내지 7 중량 퍼센트의 알루미늄의 범위의 알루미늄일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로, 예컨대, 1 내지 10 중량 퍼센트 티타늄의 범위의 티타늄일 수 있다. 합금 원소는 선택적으로, 예컨대, 1.0 내지 10.0 중량 퍼센트 크롬의 범위의 크롬일 수 있다. 다층 플레이트 조립체는 선택적으로 제1 플레이트 층과 제2 플레이트 층 사이에 전극을 더 포함할 수 있다. 전극은 선택적으로 브레이징 층과 동일한 재료로 구성될 수 있다. 브레이징 층은 선택적으로 전극의 외부 주변부 주위의 환형 링일 수 있다.

[0017] [0035] 본 발명의 다른 양상에서, 제1 계면 영역을 갖고 제1 세라믹 재료인 제1 세라믹 반도체 프로세싱 장비 피스 및 제2 계면 영역을 갖고 제2 세라믹 재료인 제2 세라믹 반도체 프로세싱 장비 피스로부터 반도체 프로세싱 장비를 제조하기 위한 방법이 제공될 수 있고, 제1 세라믹 피스의 제1 계면 영역 및 제2 세라믹 피스의 제2 계면 영역 상에 티타늄 층을 배치하는 단계, 제1 세라믹 피스 상의 티타늄 층 및 제2 세라믹 피스 상의 티타늄 층 상에 니켈 층을 배치하는 단계 – 니켈은 고상선 온도를 가짐 –, 결합 예비-조립체를 생성하기 위해 제1 세라믹 피스의 니켈 층을 제2 세라믹 피스의 니켈 층에 대해(against) 가압하는 단계, 결합 예비-조립체를 니켈의 고상선 온도 미만의 결합 온도로 가열하는 단계, 및 제1 세라믹 피스를 제2 세라믹 피스에 기밀 결합시키도록 결합 예비-조립체를 냉각시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] [0036] 제1 세라믹 재료 및 제2 세라믹 재료 각각은 선택적으로 알루미늄 질화물을 포함할 수 있다. 각각의 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 상의 티타늄 층은 선택적으로 0.01 내지 0.2 미크론의 두께를 가질 수 있다. 각각의 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 상의 티타늄 층은 선택적으로 0.05 내지 1.5 미크론의 두께를 가질 수 있다. 각각의 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 상의 티타늄 층은 선택적으로 0.1 미크론의 두께를 가질 수 있다. 각각의 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 상의 니켈 층은 선택적으로 5 내지 10 미크론의 두께를 가질 수 있다. 각각의 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 상의 니켈 층은 선택적으로 7.5 미크론의 두께를 가질 수 있다. 결합 온도는 선택적으로 적어도 1150°C일 수 있다. 결합 온도는 선택적으로 1150 내지 1300°C일 수 있다. 결합 온도는 선택적으로 1200°C일 수 있다.

[0019] [0037] 본 발명의 다른 양상에서, 제1 계면 영역을 갖고 제1 세라믹 재료인 제1 세라믹 반도체 프로세싱 장비 피스 및 제2 계면 영역을 갖고 제2 세라믹 재료인 제2 세라믹 반도체 프로세싱 장비 피스로부터 반도체 프로세싱 장비를 제조하기 위한 방법이 제공될 수 있고, 제1 세라믹 피스의 제1 계면 영역 및 제2 세라믹 피스의 제2 계면 영역 상에 티타늄 층을 배치하는 단계, 제1 세라믹 피스 상의 티타늄 층 및 제2 세라믹 피스 상의 티타늄 층 상에 니켈 층을 배치하는 단계, 제1 세라믹 피스 상의 니켈 층 및 제2 세라믹 피스 상의 니켈 층 상에 니켈인(nickel phosphorus) 층을 배치하는 단계 – 니켈은 고상선 온도를 가짐 –, 결합 예비-조립체를 생성하기 위해 제1 세라믹 피스의 니켈 인 층을 제2 세라믹 피스의 니켈 인 층에 대해 가압하는 단계, 결합 예비-조립체를 결합 온도로 가열하는 단계, 및 제1 세라믹 피스를 제2 세라믹 피스에 기밀 결합시키도록 결합 예비-조립체를 냉각시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] [0038] 제1 세라믹 재료 및 제2 세라믹 재료 각각은 선택적으로 알루미늄 질화물을 포함할 수 있다. 각각의 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 상의 티타늄 층은 선택적으로 0.1 미크론의 두께를 가질 수 있다. 각각의 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 상의 니켈 층은 선택적으로 10 미크론의 두께를 가질 수 있다. 각각의 제1 세라믹 피스 및 제2 세라믹 피스 상의 니켈 인(nickel phosphorus) 층은 선택적으로 1000 내지 2000 미크론 범위의 두께를 가질 수 있다. 결합 온도는 선택적으로 880 내지 940°C의 범위일 수 있다.

[0021] [0039] 본 발명의 제1 양상과 관련하여, 세라믹 재료들의 결합을 위한 일부 종래 프로세스들은 재료들을 결합하기 위해 특수화된 오븐들 및 오븐들 내의 압축 프레스들을 필요로 했다. 예컨대, 액상 소결의 경우, 2개의 피스들이 매우 고온들 및 접촉 압력을 하에서 함께 결합될 수 있다. 고온 액상 소결 프로세스는 1700°C 범위의 온도들 및 2500psi 범위의 접촉 압력들을 겪을 수 있다.

[0022] [0040] 다른 종래 프로세스들은 결합 층의 세라믹으로의 확산 및/또는 세라믹의 결합 층으로의 확산을 활용할

수 있다. 이러한 프로세스들에서, 조인트 영역에서의 반응은 조인트 근처 영역에서 세라믹의 재료 조성의 변화들을 야기할 수 있다. 이 반응은 확산 반응을 촉진하기 위해 분위기 내의 산소에 의존할 수 있다. 앞서 언급한 프로세스들과는 달리, 본 발명의 일부 실시예들에 따른 결합 방법들은 액상 소결에 의존하지 않는다.

[0023] [0041] 결합된 세라믹들이 최종 제품들이 사용되는 일부 적용들에서는, 조인트 강도가 핵심 설계 요소가 아닐 수 있다. 일부 적용들에서는, 조인트의 기밀성은 조인트의 어느 한쪽에서 분위기들의 분리를 허용하는 것이 요구될 수 있다. 또한, 세라믹 조립체 최종 제품이 노출될 수 있는 화학물질들에 내성이 있도록 결합 재료의 조성이 중요할 수 있다. 결합 재료는 화학물질들에 내성이 있을 필요가 있을 수 있는데, 그렇지 않으면 조인트의 변질(degeneration) 및 기밀 시일의 손실을 야기할 수 있다. 결합 재료들은 또한, 완성된 세라믹 디바이스에 의해 나중에 지원되는 프로세스들에 부정적으로 간섭하지 않는 유형들의 재료일 필요가 있을 수 있다.

[0024] [0042] ESC(electrostatic chuck)에서와 같은 일부 애플리케이션들에서, 결합 재료는 플레이트 층들 사이의 결합 층으로서 그리고 또한 RF 전극으로서 사용될 수 있다. 예컨대, 브레이징 재료는, 전극으로서 기능하고 또한 전극으로부터 전기적으로 격리되지만 플레이트 조립체의 주변부 주위의 밀봉 링으로서 기능하는 원형 디스크를 형성할 수 있다. 이러한 애플리케이션들에서, 전극의 RF 및 전기적 특성들과 관련하여 전극의 균일성은 중요한 파라미터이다. 예컨대, 결합 층이 합금인 경우, 전극 층의 균일성을 방해할 수 있는 전극을 형성하는 마감 층 내에 화합물들을 거의 또는 전혀 갖지 않는 것이 중요할 수 있다.

[0025] [0043] 기판들의 프로세싱에서, 많은 프로세스들은 기판이 반도체 프로세싱 장비 컴포넌트들, 이를테면 가열기 또는 정전 척에 의해 지지될 것을 요구한다. 또한, CVD 샤퍼헤드들과 같은 다른 구조들이 또한 이러한 프로세스들에 사용된다. 이러한 컴포넌트들은 진공 상태들, 고온들, 열 사이클링, 부식성 분위기들에서 유지될 수 있거나 작동할 것이 요구될 수 있으며, 반도체 제조 프로세스들 또는 다른 프로세스들 동안 이들의 사용 중에 손상될 수 있다. 일부 양상들에서, 이러한 컴포넌트들은 세라믹, 이를테면 알루미늄 질화물로 실질적으로 구성되거나 완전히 구성될 수 있다. 이러한 재료로 이러한 컴포넌트들을 제조하는 것은, 비용이 많이 드는 재료가 소요되고, 시간 및 장비 집약적이어서, 매우 고가의 최종 제품을 야기한다.

[0026] [0044] 세라믹 재료들을 사용하는 가열기들 및 정전 척들과 같은 컴포넌트들을 제조하는 종래 방법들은 특정 분위기들(이를테면, 진공, 불활성 또는 환원 분위기들), 매우 고온들 및 매우 높은 접촉 압력들을 갖는 프로세스 단계들을 필요로 한다. 접촉 압력들은 프레스들을 사용하여 가해질 수 있으며, 이러한 프레스들은 특정 분위기들, 이를테면 진공 및 고온들을 제공하는 프로세스 챔버 내에서 작동하도록 적응될 수 있다. 이는 프로세스 챔버 내에서 내화 재료들, 이를테면 흑연으로 만들어진 특정 프레스들 및 핏스처링(fixturing)을 필요로 할 수 있다. 이러한 셋업들의 비용 및 복잡도는 매우 높을 수 있다. 또한, 가압될 필요가 있는 컴포넌트가 더 클 수록, 그러한 프로세스 오븐에 넣을 수 있는 컴포넌트들이 더 적어진다. 프레스들을 구비한 프로세스 오븐들에서의 프로세스들의 지속기간이 며칠 동안 측정될 수 있기 때문에 그리고, 프로세스 오븐들/프레스들의 제조 및 운영 모두와 연관된 큰 비용을 감안할 때, 컴포넌트들의 제조 중에 매우 고온, 특수 분위기들 및 매우 높은 접촉 압력들을 제공하는 이러한 프로세스 오븐들을 사용하는 단계들의 수의 감소는 큰 절감을 야기할 것이다.

[0027] [0045] 도 1은, 반도체 프로세싱에서 사용되는, 가열기와 같은, 예시적인 플레이트 및 샤프트 디바이스(100)를 예시한다. 플레이트 및 샤프트 디바이스(100)는 선택적으로 알루미늄 질화물과 같은 세라믹으로 구성될 수 있다. 알루미나, 실리콘 질화물, 실리콘 탄화물 또는 베릴륨 산화물과 같은 다른 재료들이 선택적으로 사용될 수 있다. 다른 양상들에서, 플레이트는 선택적으로 알루미늄 질화물일 수 있고, 샤프트는 선택적으로 지르코니아, 알루미나, 또는 다른 세라믹일 수 있다. 가열기는, 결과적으로 플레이트(102)를 지지하는 샤프트(101)를 갖는다. 플레이트(102)는 최상부 표면(103)을 갖는다. 샤프트(101)는 선택적으로 중공 실린더일 수 있다. 플레이트(102)는 선택적으로 편평한 디스크일 수 있다. 다른 서브컴포넌트들이 선택적으로 존재할 수 있다. 플레이트(102)는 선택적으로, 세라믹 플레이트가 형성되는 프로세스 오븐이 연관된 초기 프로세스에서 개별적으로 제조될 수 있다. 도 2는, 프레스(121)를 구비한 프로세스 오븐(120)을 개념적으로 예시한다. 플레이트(122)는 선택적으로, 프레스(121)에 의해 가압되도록 적응된 핏스처(123)에서의 온도 하에서 압축될 수 있다. 플레이트(122)의 포메이션은 선택적으로, 매우 특수화된 프로세스 오븐으로 수행될 필요가 있는 많은 프로세스들 중 하나일 수 있다. 샤프트(101)는 또한 선택적으로, 프로세스 단계에서 유사하게 제조될 수 있다. 샤프트(163)의 포메이션은 선택적으로, 매우 특수화된 프로세스 오븐으로 수행될 필요가 있는 프로세스들 중 다른 하나일 수 있다. 예컨대, 플레이트 및 샤프트는 선택적으로, 약 4중량 %의 이트리아와 같은 소결 보조제를 포함하는 알루미늄 질화물 분말의 몰드 내로의 로딩, 이어서 알루미늄 질화물 분말의, 전형적으로 "그린(green)" 세라믹으로 지칭되는 "솔리드(solid)" 상태로의 압축, 이어서 알루미늄 질화물 분말을 솔리드 세라믹 본체 내로 치밀화하는 고온 액상 소결 프로세스에 의해 형성될 수 있다. 고온 액상 소결 프로세스는 선택적으로 1700°C 범위의 온도

들 및 2500psi 범위의 접촉 압력들을 겪을(see) 수 있다. 이어서, 예컨대, 다이아몬드 연마재들을 사용하는 표준 그라인딩 기법들에 의해, 본체들은 선택적으로 요구되는 기하학적 형상으로 성형된다.

[0028] [0046] 샤프트는 다수의 기능들을 가질 수 있다. 하나의 가능한 기능은, 선택적인 가열기 엘리먼트들에 전력을 적용하기 위해 진공 챔버의 벽을 통해 진공-기밀 전기적 연통뿐만 아니라, 가열기 플레이트 내에 선택적으로 매립될 수 있는 다양한 다른 선택적인 전극 유형들을 제공하는 것이다. 또 다른 가능한 기능은, 씨모커플과 같은 모니터링 디바이스를 사용하여 가열기 플레이트의 온도 모니터링을 허용하는 것이고; 그리고, 씨모커플의 재료들과 프로세스 화학물질들 사이의 상호작용, 예컨대, 부식을 회피하기 위해 씨모커플이 프로세싱 챔버 환경의 외부에 상주하는 것을 허용하며, 뿐만 아니라 신속한 응답을 위해, 씨모커플 접합부가 비-진공 환경에서 동작하는 것을 허용한다. 또 다른 가능한 기능은, 앞서 언급된 전기적 연통에 사용되는 재료들을 프로세싱 환경으로부터 격리시키는 것을 제공하는 것이다. 전기적 연통에 사용되는 재료들은 선택적으로 금속성일 수 있고, 이로써, 프로세싱 환경에서 사용되는 프로세스 화학물질들과, 프로세싱 결과들에 유해할 수 있는 그리고 전기적 연통에 사용되는 금속성 재료들의 수명에 유해할 수 있는 방식들로 상호작용할 수 있다.

[0029] [0047] 플레이트의 선택적인 비교적 편평한 특성을 고려해보면, 도 3에 개념적으로 도시된 바와 같이, 복수의 플레이트 몰딩 팩스처들(plate molding fixtures)(143)을, 프로세스 오븐(140) 내에 상주하는 프레스(141)의 축 방향을 따라서 적층함으로써 복수의 플레이트들(142)이 선택적으로 단일 프로세스에서 형성될 수 있다. 샤프트들은 선택적으로, 프로세스 오븐에서 프레스를 사용하여 유사한 프로세스에서 형성될 수 있고, 다수의 샤프트들은, 예컨대, 나란히(side by side) 동시에 만들어진다.

[0030] [0048] 반도체 프로세싱에 사용되는 가열기를 제조하는 종래 기술의 프로세스들에서, 플레이트들을 형성하는 단계와 샤프트들을 형성하는 단계 둘 모두는 때때로 상당한 시간과 에너지의 투입(commitment)들을 요구한다. 특수화된 고온 오븐들의 가격, 그리고 플레이트들을 형성하고 샤프트들을 형성하는 프로세스 단계들 각각이 수 일 동안 특수화된 프로세스 오븐의 사용을 필요로 할 수 있다는 점을 고려할 때, 단지, 샤프트 및 플레이트가 완성된 지점까지 전체 프로세스를 도달하게 하기 위해, 시간과 돈 둘 모두의 상당한 투자가 투입되었다. 플레이트를 샤프트에 부착하기 위해, 특수화된 프로세스 오븐에서의 또 다른 추가적인 단계가 현재 프로세스들에 흔히 요구된다. 이러한 단계의 예는, 프레스를 갖는 특정 고온 프로세스 오븐에서 액상 소결 단계를 사용하여 샤프트를 플레이트에 결합시키는 것일 것이다. 가열기의 조립된 구성은 샤프트의 길이와 플레이트의 직경 둘 모두를 흔히 포함하기 때문에, 특수화된 프로세스 오븐에서의 이러한 제3 단계는 또한, 그러한 프로세스 오븐에 상당한 공간을 흔히 필요로 한다. 단지 샤프트들만의 제조는 유사한 양의 축방향 길이를 취할 수 있음에도 불구하고, 샤프트들의 직경은 흔히, 다수의 샤프트들이 단일 프로세스에서 병렬로 생산될 수 있도록 되어 있다.

[0031] [0049] 도 4에 도시된 바와 같이, 샤프트를 플레이트에 소결시키기 위한 결합 프로세스는 선택적으로, 프레스(161)를 갖는 프로세스 오븐(160)의 사용을 다시 요구한다. 플레이트(162) 및 샤프트(163)를 포지셔닝시키고 그리고 프레스(161)에 의해 전달되는 압력을 전달하기 위해, 한 세트의 팩스처들(164, 165)이 사용될 수 있다. 일단 가열기가 완성되면, 가열기는 선택적으로 반도체 프로세싱에서 사용될 수 있다. 가열기는, 부식성 가스들, 고온, 열 사이클링, 및 가스 플라즈마들을 포함하는 열악한 조건들에서 흔히 사용된다.

[0032] [0050] 세라믹 샤프트들을 세라믹 플레이트들에 결합시키기 위한 다른 종래의 방법은 플레이트에 샤프트를 볼트체결(bolting)시키는 것을 수반한다. 이러한 시스템들은, 심지어 시일의 품질을 향상시키기 위해 인접 표면들이 연마되는 곳일지라도 전형적으로 기밀하지 않다. 프로세스 가스 침투를 감소시키기 위해 샤프트 내부에 일정한 포지티브 퍼지 가스 압력이 흔히 요구된다.

[0033] [0051] 반도체 프로세싱 장비를 제조하기 위한 본 발명의 개선된 방법은 선택적으로, 위에 설명된 샤프트 및 플레이트를, 고온들 및 높은 접촉 압력들을 이용하는 시간 소모적이고 고비용의 부가적인 액상 소결 단계 없이, 최종 결합된 조립체로 결합시키는 것을 수반할 수 있다. 샤프트 및 플레이트는 선택적으로 세라믹들을 결합시키기 위한 브레이징 방법으로 결합될 수 있다. 제1 및 제2 세라믹 물체들을 함께 결합시키기 위한 브레이징 방법의 예는 선택적으로, 니켈 합금 브레이즈 층과 함께 제1 및 제2 물체들을 가져오는 단계, 니켈 합금 브레이즈 층을 진공에서 그의 고상선 온도를 초과하는 온도로 가열하는 단계, 및 브레이즈 층이 경화되어 제1 부재를 제2 부재에 결합시키기 위한 기밀 시일을 생성하도록, 브레이즈 층의 용융점 미만의 온도로 냉각시키는 단계를 포함할 수 있다. 완성된 세라믹 피스로 작동되도록 의도된 프로세스들에 의존하여, 반도체 프로세싱 장비의 경우에, 프로세스 온도 초과의 고상선 온도를 갖고 프로세싱 환경과 양립 가능한 조성물을 갖는 니켈 합금이 선택적으로 선택될 수 있다. 본원에서 설명된 방법들에 따라 다양한 기하학적 형상들의 브레이즈 조인트들이 선

택적으로 구현될 수 있다. 결합될 재료는 선택적으로 알루미늄 질화물과 같은 세라믹으로 구성될 수 있다. 알루미나, 실리콘 질화물, 실리콘 탄화물, 베릴륨 산화물 또는 이들의 조합과 같은 다른 재료들이 선택적으로 사용될 수 있다. 일부 양상들에서, 다른 세라믹들, 미네랄들 또는 금속들이 선택적으로 결합될 수 있다.

[0034] [0052] 본 발명에 따른 방법들을 사용하여 생성될 수 있는 세라믹 반도체 프로세싱 장비의 예들은 선택적으로 기판 지지 페디스털들, 정전 척들 및 CVD 샤큐헤드들을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지는 않는다.

[0035] [0053] 도 5는 조인트의 제1 실시예의 횡단면을 도시하며, 여기서, 선택적으로 세라믹 샤프트(181)일 수 있는 제1 세라믹 물체가, 선택적으로 동일하거나 상이한 재료로 만들어질 수 있고 선택적으로 세라믹 플레이트(182)일 수 있는 제2 세라믹 물체에 결합될 수 있다. 브레이즈 필러 재료(180)가 선택적으로 포함될 수 있는데, 이는 선택적으로, 본원에 설명된 브레이즈 재료들 또는 바인더들의 조합들로부터 선택될 수 있고, 선택적으로 본원에 설명된 방법들에 따라 조인트에 이송될 수 있다. 도 5에 묘사된 조인트에 대해, 샤프트(181)는 선택적으로, 결합될 표면들, 예컨대 샤프트(181)의 단부(185)의 단부 표면(183)과 플레이트(182)의 계면 표면(184) 간에 개재되는 브레이즈 필러만을 이용하여 플레이트에 인접하도록 포지셔닝될 수 있다. 조인트의 두께는 예시의 명확성을 위해 도 5에 과장되어 있다.

[0036] [0054] 본 발명의 양상들에 따른 세라믹들의 결합을 예시하기 위해 활용되는 예시적 실시예는, 이를테면 반도체 프로세싱에서 사용되는 가열기 또는 정전 척을 제조할 때 이루어질 수 있는, 플레이트를 샤프트에 결합시키는 것이지만, 니켈 합금들과 세라믹들을 결합시키는 것이 이러한 실시예들로 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 본원에서 설명된 바와 같은 니켈 합금 브레이징 방법들로 세라믹들을 결합시키는 것은, 그 자체로 신규하고 유용한, 세라믹들을 결합시키기 위한 접근법이다.

[0037] [0055] 도 6은 조인트의 횡단면을 도시하며, 여기서, 선택적으로 세라믹 샤프트(191)일 수 있는 제1 세라믹 물체가, 선택적으로 동일하거나 상이한 재료로 만들어질 수 있고 선택적으로 세라믹 플레이트(192)일 수 있는 제2 세라믹 물체에 결합될 수 있다. 본원에서 설명되는 브레이즈 재료들 또는 바인더들의 조합들로부터 선택적으로 선택될 수 있는 브레이즈 필러 재료(190)와 같은 결합 재료가 선택적으로 포함될 수 있고, 선택적으로 본원에서 설명되는 방법들 중 임의의 방법에 따라 조인트에 이송될 수 있다. 도 6에 묘사된 조인트에 대해, 샤프트(191)는 선택적으로, 결합될 표면들, 예컨대 샤프트의 표면(193)과 플레이트의 표면(194) 사이에 브레이즈 필러만이 개재된 채로 샤프트(191)가 플레이트에 인접하도록 포지셔닝된다. 플레이트(192)의 계면 표면(194)은 선택적으로 플레이트 내의 리세스(195)에 상주할 수 있다. 도 6의 조인트의 두께는 예시의 명확성을 위해 과장되어 있다.

[0038] [0056] 도 5 및 6에 예시된 실시예들 및 본 발명의 임의의 다른 실시예는 선택적으로, 최소 브레이즈 층 두께를 유지하도록 적응된 복수의 스텐드오프들을 포함할 수 있다. 도 7에 볼 수 있듯이, 샤프트(191)는 선택적으로, 플레이트에 결합될 수 있는 샤프트(191)의 단부(172) 상의 복수의 메사(mesas)(171)를 활용할 수 있다. 메사(171)는 선택적으로 샤프트(191)와 동일한 구조의 부분일 수 있고, 선택적으로 샤프트로부터 구조를 기계 가공하여 메사를 남김으로써 형성될 수 있다. 메사는 선택적으로, 플레이트의 정합 표면(mating surface)으로부터의 샤프트 단부(172)의 나머지의 최소 브레이즈 층 두께를 생성하는 데 사용될 수 있다. 브레이즈 필러 재료는, 브레이징 이전에, 선택적으로, 샤프트 단부와 플레이트 사이에서 메사에 의해 유지되는 거리보다 더 두꺼울 수 있다. 플레이트의 그리고 샤프트 및 메사의 계면 표면에 대한 적절한 허용오차 제어로, 브레이징 단계 동안에 메사가 플레이트 계면과 접촉하도록 이동함에 따라, 완성된 플레이트 및 샤프트 디바이스의 허용오차 제어가 달성될 수 있다. 최소 브레이즈 층 두께를 설정하기 위해 다른 방법들이 선택적으로 사용될 수 있다. 최소 브레이즈 층 두께를 설정하기 위해 세라믹 구체들이 선택적으로 사용될 수 있다.

[0039] [0057] 도 8에 도시된 바와 같이, 브레이징 재료는 선택적으로 2개의 별개의 분위기들 사이에서 브리징(bridge)할 수 있고, 이들 둘 모두는 종래 브레이징 재료들에 대해 상당한 문제점들을 제시할 수 있다. 가열기(205)와 같은 반도체 프로세싱 장비의 외부 표면(207) 상에서, 브레이징 재료는 흔히, 가열기(205)가 사용될 반도체 프로세싱 챔버(200)에서 발생하는 프로세스들 및 반도체 프로세싱 챔버(200)에 존재하는 환경(201)과 양립 가능해야만 한다. 가열기(205)는, 선택적으로 샤프트(204)에 의해 지지될 수 있는 플레이트(203)의 최상부 표면에 부착된 기판(206)을 선택적으로 가질 수 있다. 가열기(205)의 내부 표면(208) 상에서, 브레이징 재료는 흔히, 선택적으로 산소화 분위기일 수 있는 상이한 분위기(202)와 양립 가능해야만 한다. 세라믹들과 함께 사용된 종래의 브레이징 재료들은 이들 기준들 둘 모두를 만족시킬 수 없을 수 있다. 예컨대, 구리, 은, 또는 금을 포함하는 브레이즈 엘리먼트들은 프로세싱되고 있는 실리콘 웨이퍼의 격자 구조와 간섭할 수 있고, 적절하지 않을 수 있다. 그러나, 가열기 샤프트에 가열기 플레이트를 결합하는 브레이징된 조인트의 경우에서, 샤프트의

내부는 전형적으로 흔히, 고온을 겪으며, 흔히 중공 샤프트의 중심 내에 산소화 분위기를 갖는다. 이 분위기에 노출될 브레이즈 조인트의 부분은 전형적으로 산화될 것이고, 조인트 내로 산화될 수 있어서, 흔히 조인트의 기밀성의 실패를 초래할 수 있다. 구조적 어태치먼트에 추가로, 반도체 제조에서 사용될 이들 디바이스들의 플레이트와 샤프트 간의 조인트는, 대부분 또는 모든 사용들은 아니더라도 다수의 사용들에서 흔히 기밀이어야만 한다. 예컨대, 표준 상업적으로 입수가능한 질량 분광계 헬륨 누출 검출기에 의해 검증되는 바와 같이, 기밀성은 선택적으로 $1 \times 10E-9$ sccm He/sec 미만의 진공 누출 레이트를 가짐으로써 검증될 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, 기밀성은 선택적으로 $1 \times 10E-9$ sccm He/sec 미만의 진공 누설 레이트를 갖는 것으로 정의될 수 있다.

[0040] [0058] 도 9는 플레이트(215)와 샤프트(214)를 결합하는 데 사용되는 선택적인 조인트(220)를 예시한다. 조인트(220)는 선택적으로, 샤프트(214)로의 플레이트(215)의 어태치먼트를 구조적으로 지지하는 구조적 및 기밀 조인트를 생성하는 역할을 할 수 있다. 조인트(220)는 선택적으로, 샤프트(214)의 외부 표면(217)을 따라 그리고 프로세스 챔버 내에서 겪게 되는 챔버 분위기(211)로부터 샤프트(214)의 내부 표면(218)에 의해 겪게 되는 샤프트 분위기(212)를 격리하는 기밀 시일을 생성하는 역할을 할 수 있다. 조인트(220)는 선택적으로 샤프트 분위기 및 챔버 분위기 둘 모두에 노출될 수 있고, 따라서, 기밀 시일의 손실을 발생시킬 수 있는 열화 없이, 흔히 그러한 노출을 견딜 수 있어야 한다. 조인트는 선택적으로 나켈 합금일 수 있고, 플레이트 및 샤프트는 선택적으로 임의의 적절한 세라믹, 예컨대, 알루미늄 질화물일 수 있다.

[0041] [0059] 도 10은 반도체 프로세싱 챔버에 사용되는 가열기 컬럼의 개략적 예시이다. 선택적으로 세라믹 가열기 일 수 있는 가열기(300)는 선택적으로 라디오 주파수 안테나(310), 가열기 엘리먼트(320), 샤프트(330), 플레이트(340), 장착 플랜지(350) 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 가열기(300)를 형성하기 위해 샤프트(330) 및 플레이트(340)(이들 중 어느 하나 또는 둘 모두는 알루미늄 질화물로 이루어질 수 있음)를 함께 결합시키기 위한 브레이징 방법은 선택적으로 다음과 같이 구현될 수 있다. 다결정질 AlN이 선택적으로 사용될 수 있고, 선택적으로 96%의 AlN 및 4%의 이트리아(Yttria)로 구성될 수 있다. 이러한 세라믹은 세라믹을 제조하기 위해 사용되는 액상 소결 동안 더 낮은 온도가 선택적으로 사용될 수 있기 때문에, 선택적으로 산업용 애플리케이션들에서 사용될 수 있다. 더 낮은 온도 프로세스는, 소결 보조제가 없는 다결정질 AlN과 대조적으로, 흔히 세라믹의 제조 비용을 감소시킨다. 이트리아가 첨가된 다결정질 AlN은 또한 선택적으로 취약성이 덜한 것 (being less brittle)과 같은 바람직한 재료 특성들을 가질 수 있다. 이트리아 및 다른 도편트들은 흔히 재료 특성들의 조정 및 제조 가능성을 위해 사용된다. 적절한 다결정질 AlN, 예컨대, 96 % AlN – 4 % 이트리아 세라믹을 사용하면, AlN의 입자들을 제공하는 세라믹은 이트륨 알루미네이트가 산재될 수 있다.

[0042] [0060] 이러한 디바이스에서 조인트를 가로질러 양측들에서 볼 수 있는 대기들 둘 모두와 양립할 수 있는 브레이징 재료는 선택적으로 낮은 퍼센티지의 알루미늄을 갖는 나켈 합금일 수 있다. 브레이즈 재료는 선택적으로 시트, 분말, 박막의 형태일 수 있거나, 또는 본원에서 설명되는 브레이징 프로세스들에 적합한 임의의 다른 폼 팩터(form factor)로 이루어질 수 있다. 브레이징 층들은 선택적으로 두께가 0.001 내지 0.010 인치일 수 있다. 나켈 합금은, 예컨대, 낮은 퍼센티지의 알루미늄, 크롬, 티타늄 또는 실리콘으로 선택적으로 사용될 수 있다. 순수한 나켈이 전형적으로 세라믹들로 습윤되지 않거나 잘 습윤되지 않는 것이 당분야에서 이해된다. 세기 및 기밀성 둘 모두가 조인트의 중요한 양상들인 애플리케이션들에서, 순수한 나켈은 전형적으로 세라믹들로 습윤되는 것으로 알려져 있지 않기 때문에, 순수한 나켈은 적절하지 않을 수 있다. 일부 나켈 합금들은 당분야에 알려져 있지만, 이들은 전형적으로 반도체 프로세싱에서 볼 수 있는 플루오린 화학물질들에 흔히 내성이 없는 구성성분들을 갖고, 또한 전기적 특성들의 균일성을 방해하는 화합물들(상태들)을 포함할 수 있다. 브레이징 재료는 선택적으로 결합되는 세라믹 피스의 세라믹 표면에 직접 결합될 수 있다. 예컨대, 알루미늄 질화물을 결합시키기 위해 나켈 합금이 사용될 때, 나켈 합금은 선택적으로 알루미늄 질화물 피스의 알루미늄 질화물 표면 상에 직접 배치될 수 있다. 나켈 합금은 선택적으로 알루미늄, 크롬, 티타늄 또는 실리콘의 그룹 중 하나의 엘리먼트 및 나켈로만 구성될 수 있다. 나켈 합금은 선택적으로 알루미늄, 크롬, 티타늄 또는 실리콘의 그룹 중 하나 이상의 엘리먼트들 및 나켈로 구성될 수 있다.

[0043] [0061] $1 \times 10E-4$ Torr 미만의 진공은 선택적으로 본 발명의 프로세스들에서 사용될 수 있다. $1 \times 10E-5$ Torr 미만의 진공이 선택적으로 사용될 수 있다. 이 단계와 관련하여 주목할 점은, 세라믹 컴포넌트들, 예컨대, 샤프트, 플레이트 또는 플레이트 및 샤프트 디바이스의 제조 동안 전형적으로 요구되는 높은 접촉 압력 픽스처링을 갖는 고온 오븐이 선택적으로 본 발명에 따라 샤프트 및 플레이트의 결합을 위해 제공될 수 없다는 것이다. 가열 사이클을 개시할 때, 온도는 선택적으로 표준화된 온도들, 예컨대, 액상선 온도 미만인 60°C 로 그리고 이어서 선택적으로 적어도 고상선 온도일 수 있는 결합 온도로 느리게 상승될 수 있고, 구배들(gradients)을 감소

시키기 위해 그리고/또는 다른 이유들로, 가열 후 진공이 복원될 수 있도록 고정된 체류 시간 동안 각각의 온도로 유지된다. 결합 온도는 선택적으로 적어도 액상선 온도일 수 있다. 브레이즈 온도가 도달되면, 브레이즈에 영향을 위해 잠시 동안 온도가 유지될 수 있다. 체류 온도는 선택적으로 선택된 합금의 액상선 온도이거나 액상선 온도를 약간 초과할 수 있고, 체류 시간은 10 분일 수 있다. 충분한 브레이즈 체류 시간을 달성하면, 퍼니스는 분당 20°C 또는 내재적인 퍼니스 냉각 속도가 낮을 때 더 낮은 속도로, 실온으로 선택적으로 냉각될 수 있다. 퍼니스는 대기압 상태가 될 수 있으며, 개방되고, 브레이징된 조립체는 검사, 특성화 및/또는 평가를 위해 제거될 수 있다. 온도 체류 시간은 선택적으로 1분 내지 1시간일 수 있다. 온도 체류 시간은 선택적으로 2분 내지 10분일 수 있다.

[0044] [0062] 브레이징 엘리먼트는, 선택적으로 진공일 수 있는 제어된 분위기 하에서 고상선 온도를 초과하는 온도로 선택적으로 인도될 수 있다. 브레이징 엘리먼트는, 선택적으로 진공일 수 있는 제어된 분위기 하에서 용융(액상선) 온도를 초과하는 온도로 선택적으로 인도될 수 있다. 원하는 브레이징 온도에서, 이어서, 브레이징 엘리먼트는 필러 재료에 인접하는 기판 표면들 위에서 유동하거나 기판 표면들을 적설 수 있으며, 따라서 원하는 조인트의 기반을 형성한다. 진공 대기(vacuum ambient)는, 임의의 윤곽선들, 공극들, 틈새들, 및 최종 결합된 아이템을 포함하는 부분들의 표면들에 존재할 수 있는 쉽게 접근할 수 있는 입계 공간들(intergranular spaces)로의 액체 필러의 주입을 포함하여 조인트 표면들의 보다 완벽한 습윤을 보장하기 위해 조인트 영역에 존재하는 잔류 가스가 제거되는 것을 보장하도록 돋는다.

[0045] [0063] 브레이징 층의 습윤 및 유동은 다양한 팩터들에 대해 민감할 수 있다. 관심있는 팩터들은 선택적으로 브레이즈 재료 조성물, 세라믹 조성물, 결합 프로세스 동안 챔버 내의 산소 레벨을 포함하는, 결합 프로세스 동안 주위 분위기의 조성물, 온도, 온도에서의 시간, 브레이즈 재료의 두께, 결합될 재료의 표면 특성, 결합될 퍼스들의 기하학적 형상, 결합 프로세스 동안 조인트에 걸쳐 인가되는 물리적 압력 및 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0046] [0064] 산소를 제거하기 위해, 프로세스 오븐은 선택적으로 정화되며, 순수한 탈수된 순수 비활성 가스, 예컨대, 아르곤 가스로 재충전될 수 있다. 산소를 제거하기 위해, 프로세스 오븐은 선택적으로 정화되며, 정제된 수소로 재충전될 수 있다. 이러한 예들에서, 앞서 언급된 바와 같은 가스들을 갖는 매우 낮은 산소 환경에서 브레이징이 발생한다.

[0047] [0065] 도 11은 중량 퍼센트 니켈 및 온도와 관련하여 니켈 알루미늄에 대한 상태도(401)이다. 상태도의 우측에서 시작하여, 구역(402)에서 지배적이거나 유일한 상태는 니켈 내에서 용액으로 알루미늄을 갖는 니켈의 상이라는 것을 알 수 있다. 이것은 404까지 확장된다. 약 96 Wt%보다 높은 니켈(Ni) 농도들인 라인(406)의 우측에 대한 합금 비율들에 대해, 혼합물 중 알루미늄의 퍼센티지에 따라 다소 변하는 액상선 온도(408)를 초과하는 온도들에서 브레이징될 때, 액체 브레이즈 재료가 냉각됨에 따라, 이는 알루미늄이 산재된 니켈을 형성하지만, 전형적으로 다른 화합물들을 형성하지 않는다. 대략 87-96%의 니켈 중량 퍼센티지에서, 브레이즈는, 냉각될 때, 알루미늄이 산재된 니켈 및 또한 AlNi₃ 둘 모두를 형성하며, 이는 라인들(404 및 405)에 의해 경계가 형성된 전체 구역 내의 구역(403) 내에서 발생한다. 상태도에서 더 좌측을 볼 때, 저부 중량 퍼센트 니켈 스케일에 대해 대략 87%인 니켈 퍼센티지 – 여기서 재료가 냉각될 때 생성된 알루미늄이 산재된 니켈의 상이 더 이상 없음 – 뿐만 아니라 상태도에서 AlNi₃으로 지정된 구역인 화합물 Ni₃Al을 볼 수 있다. 예컨대, 이를테면, 라디오 주파수 안테나들에 요구되거나 요구될 수 있는 균일한 전기 특성들을 유지하고자 할 때, 전형적으로, 기밀 조인트를 여전히 달성하면서, 가능한 여러 니켈상을 유지하는 것이 바람직하다. 이들 목표들을 달성하기 위한 니켈 96-100 Wt% 범위를 예시하는 예시적인 라인(406)이 상태도에서 보여진다. 도 11은, 예컨대, 일반 구역(403)에서 발견될 바와 같이, Ni₃Al에 대해 알루미늄이 산재된 니켈의 평형 퍼센티지(equilibrium percentage)를 예시한다. 라인(410)은, 수직 라인(409)에 의해 입증된 바와 같이 니켈 대 알루미늄의 중량 퍼센티지 비율이 700°C로 냉각된 상황을 예시한다. 이 상황에서, 알루미늄이 산재된 니켈 대 Ni₃Al의 비율은 라인(409)과 라인(405) 사이의 라인(410)의 길이 대 라인(409)와 라인(404) 사이의 라인(410)의 길이의 비율이다. 예로서, 라인(409)을 사용하면, 라인(409)에서 보여지는 중량 퍼센티지 비율 합금이 액상선 온도를 초과하는 온도로부터 냉각될 때, 먼저 Ni, Al 고체만이 응고될 것이다. 이어서, 라인(404)과 라인(409)의 교차점에서의 온도 미만의 온도로 냉각하는 동안 온도가 떨어짐에 따라, Ni₃Al은 침전(precipitate)되기 시작할 것이다. 상태도들이 평형 조건들을 나타내고 실제로 키네틱 팩터(kinetic factor)들이 이러한 상태들에 도달하는 것을 억제할 수 있다는 것이 이해된다.

[0048] [0066] 예컨대, 이를테면, RF 안테나들에 요구되거나 요구될 수 있는 균일한 전기 특성들을 유지하고자 할 때, 전형적으로, 기밀 조인트를 여전히 달성하면서, 가능한 여러 니켈상을 유지하는 것이 바람직하다. 이들 목표들

을 달성하기 위한 니켈 96-100 Wt% 범위를 예시하는 예시적인 라인(406)이 상태도에서 보여진다. 브레이징하는 데 사용되는 니켈 알루미늄 조성물의 예시적인 범위는 선택적으로 95-97 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 범위는 선택적으로 93-98.5 Wt% 니켈일 수 있다. 범위는 선택적으로 91-100 Wt% 니켈일 수 있다.

[0049] [0067] 다른 화합물들의 형성 없이 가능한 한 더 많은 합금 원소를 유지하는 합금 조성물이 선택적으로 사용될 수 있다. 세기 또는 다른 팩터들과 관련된 이유들로 소량의 화합 엘리먼트들이 선택적으로 요구될 수 있다.

[0050] [0068] 도 12는 퍼센트 니켈 및 온도에 관한 니켈 티타늄에 대한 상태도(501)이다. 상태도의 우측에서 시작하여, 구역(502)에서 지배적이거나 유일한 상태는 니켈 내에서 용액으로 티타늄을 갖는 니켈의 상이라는 것을 알 수 있다. 이 구역에서 약 100 ~ 95 Wt% 니켈의 합금 비율들에 대해, 혼합물 중 티타늄의 퍼센티지에 따라 약간 변하는 액상선 온도(508)를 초과하는 온도들에서 브레이징될 때, 액체 브레이즈 재료가 냉각됨에 따라, 이는 티타늄이 산재된 니켈을 형성하지만, 다른 화합물들을 형성하지 않는다. 티타늄의 약간 더 높은 퍼센티지들에서, 브레이즈는, 냉각될 때, 티타늄이 산재된 니켈 및 또한 TiNi3 둘 모두를 형성하며, 이는 라인들(504 및 507)에 의해 경계가 이루어진 전체 구역 내의 앞서 논의된 구역(502)의 단지 좌측의 구역(503) 내에서 발생한다. 상태도의 더 좌측을 볼 때, 더 낮은 중량 퍼센트 니켈 스케일에 대해 대략 78%인 니켈 퍼센티지 – 여기서 재료가 냉각될 때 생성된 티타늄이 산재된 니켈의 상이 더 이상 없음 – 뿐만 아니라 TiNi3 상을 볼 수 있다. 예컨대, 이를테면, 라디오 주파수 안테나들에 요구되거나 요구될 수 있는 균일한 전기 특성을 유지하고자 할 때, 기밀 조인트를 여전히 달성하면서, 가능한 더 많은 니켈상을 유지하는 것이 요구된다. 이러한 목표들을 달성하기 위해 최대 퍼센티지까지의 티타늄 범위를 예시하는 예시적인 라인(506)이 상태도에서 보여진다.

[0051] [0069] 브레이징하는 데 사용되는 니켈 티타늄 조성물의 예시적인 범위는 선택적으로 96-98 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 범위는 선택적으로 90-99 Wt% 니켈일 수 있다. 범위는 선택적으로 85-100 Wt% 니켈일 수 있다.

[0052] [0070] 도 13은 본 발명에 따른 반도체 프로세싱에 사용되는 선택적인 가열기의 예시적인 실시예이다. 이 예에서, 가열기는, 샤프트에 부착된 다층 플레이트 조립체로부터 구성된다. 최상부 플레이트(602) 및 저부 플레이트(603)는 RF 안테나(607) 또는 다른 전극 디바이스 및 원주 밀봉 링(608) 둘 모두를 생성하는 데 사용되는 니켈 합금 브레이즈를 사용하여 부착되며, RF 안테나(607)는 캡(609)에 의해 밀봉 링(608)으로부터 물리적으로 분리된다. 캡(609)은 또한, 전극과 밀봉 링 사이의 가시선을 방지할 수 있는 물리적 미로(labyrinth) 또는 다른 피치를 선택적으로 포함할 수 있다. 베이스(605)를 갖는 샤프트(604)는 샤프트 브레이즈 시일(606)을 사용하여 다층 플레이트 조립체에 선택적으로 브레이징될 수 있다. 샤프트(604)는 선택적으로 중공형일 수 있고, 샤프트를 통한 플레이트 조립체의 저부로의 전기적 연결 및/또는 다른 아이템들의 라우팅을 허용하도록 적응될 수 있다. 밀봉 링(608), 전극(607) 및 샤프트 브레이즈 시일 모두는 선택적으로 동일한 니켈 합금일 수 있고, 모두 동일한 프로세스 단계에서 선택적으로 브레이징될 수 있다.

[0053] [0071] 브레이징 후에 조립체에 남아있거나, 브레이징 후에 조립체에 남아있는 다른 화합물들을 형성하는 엘리먼트들과 별개로, 브레이징 프로세스 전에만 존재하고, 이어서 브레이징 동안에 증발되거나 소각되는 브레이즈 층의 재료들이 선택적으로 존재할 수 있다. 특정 예로서, 바인더는 선택적으로 브레이즈 층으로 사용될 니켈 합금 분말을 적절히 위치시키는 것을 돋기 위해 사용될 수 있다. 용매와 혼합된 메틸 셀룰로오스와 같은 바인더는 선택적으로 브레이즈 층에 대한 원하는 위치에 분말을 위치시키는데 사용될 수 있다. 바인더는 전형적으로, 온도들이 브레이즈 온도들에 접근하기 전에 사라질 것이다. 합금 브레이징 층의 퍼센티지들을 논의할 때, 브레이징 후에, 바인더가 사라진 후에, 퍼센티지는 선택적으로 브레이징 층의 퍼센티지로서 보여질 수 있다. 예컨대, 상당한 퍼센티지의 사전-브레이징된 브레이즈 층 재료가 메틸 셀룰로오스와 같은 어떤 것을 포함하였다면, 그 퍼센티지는 브레이징을 위한 가열 후에 최종 브레이즈 층에 있지 않을 것이다.

[0054] [0072] 도 14는 본 발명의 선택적인 플레이트 조립체의 부분적인 획단면을 예시한다. 다층 플레이트 조립체는, 본원에서 설명된 프로세스들로 선택적으로 제조될 수 있는 다른 디바이스이다. 플레이트 조립체(240)는 선택적으로, 플레이트 및 샤프트 조립체를 완성하기 위해 샤프트에 결합되도록 적응될 수 있다. 제1 또는 최상부 플레이트 층(241)은 선택적으로, 반도체 프로세싱 단계를 동안 기판을 지지하도록 적응된 원형 디스크일 수 있다. 가열기(244)는 선택적으로 최상부 플레이트 층(241) 아래에 상주하도록 적응될 수 있다. 가열기는 선택적으로 플레이트 층들 중 하나 또는 둘 모두에 부착되거나 또는 접착될 수 있다. 최상부 플레이트 층(241)은 제2 또는 저부 플레이트 층(242)을 오버레이한다. 임의의 적절한 유형의 결합 층(243)은 제1 또는 최상부 플레이트 층(241)을 제2 또는 저부 플레이트(242)에 결합시킨다. 결합 층은 선택적으로 환형 디스크일 수 있다. 최상부 플레이트 층 및 저부 플레이트 층은 선택적으로 세라믹이고, 즉, 세라믹 재료일 수 있다. 최상부 플레이트 층 및 저부 플레이트 층은 선택적으로 알루미늄 질화물일 수 있다. 결합 층은 선택적으로 니켈 합금일 수 있고,

선택적으로 합금 원소 중 거의 모두가 침입형(interstitial) 엘리먼트로서 냉각된 브레이즈 층에 남아있도록 선택될 수 있다. 결합 층은 선택적으로 본원에 개시된 다른 결합 층들 중 임의의 것일 수 있다.

[0055] [0073] 플레이트 층들 사이 그리고 샤프트와 플레이트 사이에 니켈 합금 금속 바인더, 또는 분말 또는 다른 유형의 필러의 시트가 선택적으로 제공될 수 있다. 니켈 합금은 스퍼터링 기법들을 사용하여 선택적으로 도포될 수 있다. 니켈 합금은 선택적으로, 앞서 논의된 바와 같이, 바인더와 혼합된 분말로서 도포되고, 페인팅될 수 있다. 이어서, 브레이즈 층은 선택적으로 전공에서 합금의 고상선 온도 이상의 온도로 가열되어, 필러 재료를 용융시킬 수 있다. 후속 냉각은 바인더 또는 필러가 응고될 수 있게 하여, 플레이트 층들을 서로 결합시키고 샤프트를 플레이트에 결합시키는 기밀 시일을 생성할 수 있다. 이어서, 브레이즈 층은 선택적으로 전공에서 합금의 액상선 온도 이상의 온도로 가열되어, 필러 재료를 용융시킬 수 있다. 후속 냉각은 바인더 또는 필러가 응고될 수 있게 하여, 플레이트 층들을 서로 결합시키고 샤프트를 플레이트에 결합시키는 기밀 시일을 생성할 수 있다. 상기 가열기의 샤프트는 선택적으로 고체 재료일 수 있거나 또는 선택적으로 중공 형태일 수 있다.

[0056] [0074] 플레이트 및 샤프트 둘 모두는 선택적으로 알루미늄 질화물일 수 있고, 둘 모두는 선택적으로 액상 소결 프로세스를 사용하여 미리 별개로 형성될 수 있다. 플레이트는 선택적으로, 직경이 거의 9 내지 13 인치이고 두께가 선택적으로 0.5 내지 0.75 인치일 수 있다. 샤프트는 선택적으로 길이가 5 내지 10 인치이고 선택적인 벽 두께가 0.1 인치인 중공 실린더일 수 있다. 도 5에서 앞서 볼 수 있듯이, 플레이트(182)는 선택적으로 샤프트(181)의 제1 단부의 외부 표면을 수용하도록 구성된 리세스(185)를 가질 수 있다. 플레이트(182) 및 샤프트(181)는, 플레이트의 리세스 내에 그리고 샤프트의 단부를 따라 피스들 사이에 배치된 니켈 합금 분말의 브레이징 재료(180)를 이용한 결합 단계를 위해 함께 선택적으로 핀스처링될 수 있다. 브레이징 재료는 선택적으로 브레이징 전에 두께가 0.001 인치 이상일 수 있다.

[0057] [0075] 단순 접촉 이외의 매우 약한 물리적인 압력이 선택적으로 결합을 위해 요구될 수 있다. 본 방법들을 사용하여 플레이트를 샤프트에 결합시키는데 필요한 낮은 접촉 압력들은, 선택적으로 접촉 압력을 제공하기 위해 중력을 사용하여 핀스처링 상에 배치된 질량을 포함할 수 있는 단순한 핀스처링을 사용하여 선택적으로 제공될 수 있다. 샤프트의 계면 부분과 브레이징 엘리먼트 사이의 접촉은 물론, 플레이트의 계면 부분과 브레이징 엘리먼트 사이의 접촉은 결합에 충분한 접촉 압력을 제공할 것이다. 따라서, 핀스처 조립체는 핀스처 조립체 자체와 별개의 프레스에 의해 작용될 필요는 없다. 이어서, 핀스처링된 조립체는 선택적으로 프로세스 오븐에 배치될 수 있다. 오븐은 선택적으로 1×10^{-5} Torr의 압력에서 진공배기(evacuate)될 수 있다. 진공은 선택적으로 잔여 산소를 제거하도록 적용될 수 있다.

[0058] [0076] 플레이트 및 샤프트는 선택적으로 상이한 세라믹들을 포함할 수 있다. 플레이트는 선택적으로 높은 전도성 열 계수를 제공하도록 적응될 수 있는 반면, 샤프트는 선택적으로 더 낮은 전도성 열 계수를 제공하도록 적응될 수 있으므로, 열이 프로세스 챔버의 장착 부속물들을 향해 샤프트 아래로 손실되지는 않는다. 예컨대, 플레이트는 선택적으로 알루미늄 질화물로 제조될 수 있고, 샤프트는 선택적으로 지르코니아로 제조될 수 있다.

[0059] [0077] 도 15에 볼 수 있듯이, CVD 샤크헤드(701)는 선택적으로 세라믹 본체(702) 및 커버(704)로 구성될 수 있다. 세라믹 본체(702) 및 커버(704) 중 하나 또는 둘 모두는 선택적으로 알루미늄 질화물일 수 있다. 이 멀티-피스 구성으로, 샤크헤드 내의 가스 채널들 및 다른 양상들은 선택적으로 세라믹 본체(702) 내로 기계 가공될 수 있어, 구조의 상당한 용이성을 허용한다. 커버(704)는 선택적으로 홀들을 포함할 수 있고, 본체(702)의 통로들을 통해 선택적으로 라우팅(705)될 수 있는 프로세스 가스들은 홀들을 통해 샤크헤드를 떠난다. 본체(702) 및 커버(704)는, 예컨대, 앞서 설명된 브레이징 기법들에 따라 또는 본원에 개시된 임의의 다른 결합 층에 의해, 니켈 합금 결합 층(703)과 함께 선택적으로 브레이징될 수 있다. 이어서, CVD 샤크헤드는 고온들, 예컨대, 700°C 내지 1000°C 이상의 범위에서 실행되는 프로세스 애플리케이션들에 선택적으로 사용될 수 있다.

[0060] [0078] 도 16은, 선택적으로 세라믹일 수 있는 최상부 층(751), 선택적으로 세라믹일 수 있는 중간 층, 및 선택적으로 세라믹일 수 있는 저부 층(755)을 갖는, 본 발명의 선택적인 샤크헤드(750)를 예시한다. 모든 층들은 선택적으로 알루미늄 질화물일 수 있다. 결합 층(754)은 선택적으로 니켈 합금 브레이징 층, 또는 본원에 개시된 임의의 다른 브레이징 층 또는 결합 층일 수 있다. 제2 니켈 합금 층(752)은 플라즈마 동작들 또는 다른 프로세스 단계들을 지지하는 전극으로서 선택적으로 사용될 수 있다.

[0061] [0079] 도 17은 퍼센트 니켈 및 온도와 관련하여 니켈 실리콘에 대한 상태도이다. 상태도의 좌측에서 시작하여, 구역(803)에서, 지배적인 상태는 니켈 내에서 실리콘을 갖는 니켈의 상이라는 것을 알 수 있다. 이 구역의 합금 비율들에 대해, 혼합물 중 실리콘의 퍼센티지에 따라 다소 변하는 액상선 온도를 초과하는 온도들에서 브

레이징될 때, 액체 브레이즈 재료가 냉각됨에 따라, 이는 실리콘의 산재된 니켈을 형성하지만, 구역(803) 위의 작은 구역으로 표현된 작은 퍼센티지를 제외하고 다른 화합물들을 형성하지 않는다. 보여지는 바와 같이, 이는 대략 93%의 중량의 니켈 퍼센티지(802)에서 발생한다. 실리콘의 약간 더 높은 퍼센티지에서, 브레이즈는, 냉각될 때, 실리콘의 산재된 니켈 및 또한 다른 화합물들 둘 모두를 형성하고, 이는 앞서 논의된 구역(803)의 바로 우측 구역 내에서 발생한다. 상태도에서 더 우측을 볼 때, 재료가 냉각될 때 생성되는 실리콘의 산재된 니켈의 상이 더 이상 없는 대략 22.5 Wt% 니켈의 실리콘 퍼센티지를 볼 수 있다. 예컨대, 이를테면, 선택적으로 라디오 주파수 안테나들에 요구되거나 필요할 수 있는 균일한 전기 특성들을 유지하고자 할 때, 전형적으로, 기밀 조인트를 여전히 달성하면서, 가능한 여러 니켈상을 유지하는 것이 바람직하다. 이러한 목표들을 달성하기 위해 최대 퍼센티지까지의 실리콘 범위를 예시하는 예시적인 라인(802)이 상태도에서 보여진다. 브레이징하는 데 사용되는 니켈 실리콘 조성물의 예시적인 범위는 선택적으로 92-96 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 범위는 선택적으로 91-99 Wt% 니켈일 수 있다. 범위는 선택적으로 90-100 Wt% 니켈일 수 있다.

[0062]

[0080] 도 18은 퍼센트 니켈 및 온도와 관련하여 니켈 크롬에 대한 상태도이다. 상태도의 좌측에서 시작하여, 맨 좌측 구역에서, 지배적이거나 유일한 상태가 니켈 내에서 크롬을 갖는 니켈의 상이라는 것을 알 수 있다. 이 구역의 합금 비율들에 대해, 혼합물 중 크롬의 퍼센티지에 따라 다소 변하는 액상선 온도를 초과하는 온도들에서 브레이징될 때, 액체 브레이즈 재료가 냉각됨에 따라, 이는 크롬이 산재된 니켈을 형성하지만, 상태도에서 슬리버(sliver)로 표현된 매우 작은 퍼센티지를 제외하고 다른 화합물들을 형성하지 않는다. 보여지는 바와 같이, 이는 대략 68%의 중량의 니켈 퍼센티지에서 발생한다. 크롬의 약간 더 높은 퍼센티지에서, 브레이즈는, 냉각될 때, 크롬이 산재된 니켈 및 또한 제2 화합물 둘 모두를 형성하고, 이는 앞서 논의된 구역의 바로 우측 구역 내에서 발생한다. 상태도에서 더 우측으로 이동할 때, 크롬이 산재된 니켈의 상 외에 형성된 다른 화합물이 존재한다. 예컨대, 이를테면, 라디오 주파수 안테나들에 요구되거나 필요할 수 있는 균일한 전기 특성들을 유지하고자 할 때, 전형적으로, 기밀 조인트를 여전히 달성하면서, 가능한 여러 니켈상을 유지하는 것이 바람직하다. 이러한 목표들을 달성하기 위해 최대 퍼센티지까지의 크롬 범위를 예시하는 예시적인 라인(810)이 상태도에서 보여진다.

[0063]

[0081] 브레이징하는 데 사용되는 니켈 크롬 조성물의 예시적인 범위는 선택적으로 60-80 Wt% 니켈의 범위일 수 있다. 범위는 선택적으로 50-90 Wt% 니켈일 수 있다. 범위는 선택적으로 30-99 Wt% 니켈일 수 있다.

[0064]

[0082] 브레이즈 재료는 선택적으로 니켈-크롬-알루미늄 합금일 수 있다. 니켈 대 크롬 비율은 선택적으로 최대 5.5 Wt%의 알루미늄이 선택적으로 추가되는 80/20 Wt 프랙션(fraction)으로 유지될 수 있다. 브레이즈 재료는 선택적으로, 니켈과 균형을 맞추면서 20Wt% 크롬, 6Wt% 알루미늄을 포함하는 니켈-크롬-알루미늄 합금일 수 있다. 이를 합금들은 용액으로 알루미늄 및 크롬을 갖는 실질적으로 단일 상태 니켈 모두일 것이다.

[0065]

[0083] 픽스처링된 조립체는 선택적으로 프로세스 오븐에 배치될 수 있다. 오븐은 선택적으로 $5 \times 10E-5$ Torr 미만의 압력으로 진공 배기될 수 있다. 진공은 선택적으로 잔여 산소를 제거한다. $1 \times 10E-5$ Torr 미만의 진공이 선택적으로 사용될 수 있다. 픽스처링된 조립체는 선택적으로, 산소 유인제(oxygen attractant)로서 작동 할 수 있는 지르코늄 내부 챔버 내에 배치될 수 있고, 이는 프로세싱 동안 조인트 쪽으로 향했을 수 있는 잔류 산소를 추가로 감소시킨다. 산소를 제거하기 위해, 프로세스 오븐은 선택적으로 정화되며, 순수한 탈수된 순수 비활성 가스, 예컨대, 아르곤 가스로 재충전될 수 있다. 산소를 제거하기 위해, 프로세스 오븐은 선택적으로 정화되며, 정제된 수소로 재충전될 수 있다.

[0066]

[0084] 브레이징 재료는 유동하며, 결합되고 있는 세라믹 재료들의 표면들의 습윤을 허용할 것이다. 본원에서 설명된 바와 같이, 세라믹, 이를테면, 알루미늄 질화물이, 니켈 합금 브레이징 충들을 사용하여 그리고 충분히 낮은 레벨들의 산소의 존재 하에 결합될 때, 조인트는 기밀 브레이징 조인트이다.

[0067]

[0085] 위에서 설명된 바와 같이 결합된 결합 조립체들은, 결합된 피스들 간의 기밀 시일링을 가지는 피스들을 초래한다. 이어서, 이러한 조립체들은, 조립체들의 사용시, 분위기 분리가 중요한 양상인 경우에 사용될 수 있다. 추가로, 결합된 조립체들이 반도체 프로세싱에서 나중에 사용될 때, 선택적으로 다양한 분위기들에 노출될 수 있는 조인트의 부분은, 예컨대, 이러한 분위기들에서 저하되기도, 나중에 반도체 프로세싱을 오염시키지도 않을 것이다. 조립체들은 또한, 이전의 조립체들이 지원할 수 있었던 온도보다 더 높은 온도들에서의 프로세싱 을 지원하는 데 사용될 수 있을 것이다.

[0068]

[0086] 기밀 및 비-기밀 조인트들 둘 모두는, 피스들을 분리하기 위해 전형적으로 상당한 힘이 필요하다는 점에서, 피스들을 강하게 결합할 수 있다. 그러나, 조인트가 강하다는 사실이 조인트가 기밀 시일을 제공하는지 여부를 결정하지는 않는다. 기밀 조인트들을 획득하기 위한 능력은 조인트의 습윤성과 관련될 수 있다. 습윤

성은 또 다른 재료의 표면 상에 퍼지는 액체의 능력 또는 성향(tendency)을 설명한다. 브레이징된 조인트에 불충분한 습윤성이 존재하면, 본딩이 없는 영역들이 전형적으로 존재할 것이다. 충분한 비-습윤성 영역이 존재하면, 가스가 조인트를 통과할 수 있어서, 누출을 야기할 수 있다. 습윤성은 브레이징 재료의 용융시에 상이한 스테이지들에서의 조인트에 걸친 압력에 의해 영향을 받을 수 있다. 결합 프로세스 동안 브레이징 엘리먼트에 의해 겪게 되는 분위기의 세심한 제어는 조인트의 영역들의 습윤성을 향상시킬 수 있다. 조합에서, 합금 조성의 세심한 제어, 조인트 두께의 세심한 제어 및 프로세스 동안 사용되는 분위기의 세심한 제어는, 다른 프로세스들로 달성될 수 없는 조인트 계면 영역의 완벽한 습윤성을 초래할 수 있다.

[0069]

[0087] 본 발명의 제2 양상에 관련하여, 니켈을 사용하여 반도체 프로세싱 장비를 제조하기 위한 본 발명의 방법은 선택적으로 또한, 위에 설명된 샤프트 및 플레이트를, 고온들 및 높은 접촉 압력들을 이용하는 시간 소모적이고 고비용의 종래 기술의 부가적인 액상 소결 단계 또한 없이, 최종 결합된 조립체로 결합시키는 것을 수반 할 수 있다. 샤프트 및 플레이트는 선택적으로 세라믹들을 결합시키기 위한 고체 상태 결합 방법으로 결합될 수 있다. 제1 및 제2 세라믹 물체들을 함께 결합하기 위한 방법의 예는 선택적으로, 티타늄 층을 제1 및 제2 물체들 상에 그리고 선택적으로 이어서 니켈의 더 두꺼운 층 상에 놓고, 컴포넌트들을 함께 가압하는 단계들을 포함할 수 있다. 이어서, 층들 내의 컴포넌트들 또는 피스들은 적절한 온도, 예컨대, 진공에서 니켈의 고상선 온도 미만의 온도로 가열될 수 있다. 후속 냉각은 제1 부재를 제2 부재에 결합하기 위한 기밀 시일을 생성한다. 본원에서 설명된 방법들에 따라 다양한 기하학적 형상들의 브레이즈 조인트들이 구현될 수 있다. 결합될 재료는 선택적으로 세라믹, 예컨대, 알루미늄 질화물로 구성될 수 있다. 알루미나, 실리콘 질화물, 실리콘 탄화물 또는 베릴륨 산화물과 같은 다른 재료들이 선택적으로 사용될 수 있다. 다른 세라믹들, 미네랄들 또는 금속들이 선택적으로 결합될 수 있다.

[0070]

[0088] 선택적으로 알루미늄 질화물일 수 있는 제1 세라믹 피스에는 선택적으로, 예컨대, 0.1 미크론 두께의 티타늄의 얇은 층이 마련될 수 있다. 이어서, 피스는 선택적으로 7.5 미크론의 니켈로 추가로 적층될 수 있다. 선택적으로 알루미늄 질화물일 수 있는 제2 세라믹 피스가 유사하게 마련될 수 있다. 이어서, 2개의 세라믹 피스들은 선택적으로 적합한 시간 기간, 예컨대, 8시간 동안 적합한 결합 온도, 예컨대, 1200°C에서 적합한 압력, 예컨대, 20psi의 접촉 압력으로 조립될 수 있다. 피스들은 선택적으로 적합한 진공, 예컨대, 5 x 10E-5 Torr 미만으로 유지될 수 있다. 결과적인 조인트는 2개의 세라믹 피스들을 기밀 밀봉한다.

[0071]

[0089] 티타늄 층은 선택적으로 두께가 0.01 내지 0.2 미크론의 범위일 수 있다. 티타늄 층은 선택적으로 두께가 0.05 내지 1.5 미크론 범위일 수 있다. 니켈 층은 선택적으로 두께가 5 내지 10 미크론 범위일 수 있다. 결합 온도는 선택적으로 적어도 1150°C일 수 있다. 결합 온도는 선택적으로 1150 내지 1300°C의 범위일 수 있다.

[0072]

[0090] 도 5 내지 7에 도시된 바와 같이, 본원에 개시된 반도체 지지 구조물들은, 앞서 설명된 고체 상태 결합 방법을 사용하여 결합된 조인트를 사용하여 선택적으로 제조될 수 있다. 이러한 조립체들에서 결과적인 조인트들은 전형적으로 강하고 기밀성이며 전기 전도성이며 기계적으로 균일하다.

[0073]

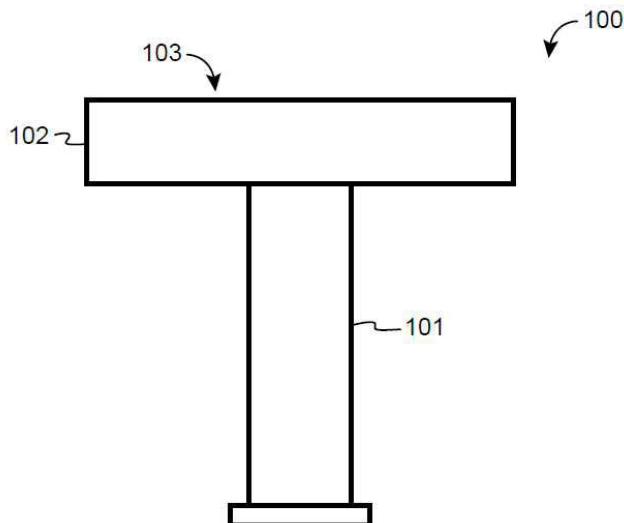
[0091] 도 19는 본 발명에 따른 반도체 프로세싱에 사용되는 선택적 반도체 지지 페디스털(801)이다. 반도체 지지 페디스털은, 선택적으로 샤프트에 부착되는 다층 플레이트 조립체로부터 선택적으로 구성될 수 있다. 제1 또는 최상부 플레이트(602) 및 제2 또는 저부 플레이트(603)는, 선택적으로 라디오 주파수 안테나(807) 또는 다른 전극 디바이스 둘 모두를 생성하는 데 사용될 수 있는 니켈-티타늄 층, 및 선택적으로 캡(609)에 의해 밀봉링(808)으로부터 물리적으로 분리된 원주 밀봉 링(808)을 사용하여 선택적으로 부착된다. 캡(609)은 또한, 전극과 밀봉 링 사이의 가시선을 방지할 수 있는 물리적 미로(labyrinth) 또는 다른 피처를 선택적으로 포함할 수 있다. 베이스(605)를 갖는 샤프트(604)는, 예컨대, 샤프트 조인트(806)를 사용하여 다층 플레이트 조립체에 선택적으로 결합될 수 있다. 샤프트(604)는 선택적으로 중공형일 수 있고, 샤프트를 통한 플레이트 조립체의 저부로의 전기적 연결 및/또는 다른 아이템들의 라우팅을 허용하도록 적응될 수 있다. 밀봉 링(808), 전극(807) 및 샤프트 조인트(806) 모두는 선택적으로 동일한 재료일 수 있고, 모두 동일한 프로세스 단계에서 선택적으로 브레이징될 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 결합될 각각의 세라믹 피스의 각각의 표면에는, 선택적으로 스퍼터링 층일 수 있는 티타늄 층이 선택적으로 마련되거나 그렇지 않으면 증착될 수 있다. 티타늄 층은 선택적으로 두께가 0.1 미크론일 수 있다. 이어서, 니켈 층은 티타늄 층 위에 선택적으로 적층될 수 있다. 니켈 층은 선택적으로 두께가 7.5 미크론일 수 있고, 선택적으로 스퍼터링되거나 그렇지 않다면 증착될 수 있다. 제조 후, 조립체는 선택적으로 최종 조립체 구성으로 구성될 수 있고, 적절한 시간 기간, 예컨대, 8시간 동안 적절한 온도, 예컨대, 1200°C로 가열되는 동안, 적절한 접촉 압력, 예컨대, 20psi가 가해질 수 있다. 최종 조립체는

선택적으로 적절한 진공, 예컨대, 1×10^{-4} Torr 미만의 압력으로 유지될 수 있다.

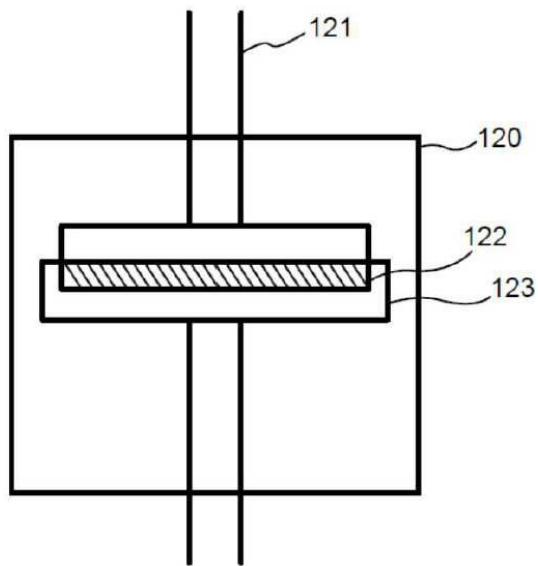
- [0074] [0092] 본 발명의 제3 양상과 관련하여, 선택적으로 반도체 프로세싱 장비를 제조하는 데 사용될 수 있는 니켈을 사용하여 세라믹들을 결합하기 위한 결합 방법은 티타늄 층, 니켈 층 및 니켈 인 층을 선택적으로 사용할 수 있다. 니켈 인 층은 선택적으로 ENP(electroless nickel plating)에 의해 도포될 수 있다. 티타늄 층은 접착을 촉진하는 데 사용될 수 있다. ENP가 티타늄 상에서 어려울 수 있기 때문에, 니켈 층은 시드 층으로서 사용될 수 있다. 니켈 층은 알루미늄 질화물에 대한 열팽창 계수 불일치를 보상하기 위한 연성(ductility)을 제공한다. 니켈 인 층은 인을 사용하여 니켈의 열 팽창 계수를 낮춘다.
- [0075] [0093] 위에 설명된 티타늄-니켈-니켈 인 방법은 하이브리드 브레이즈/확산 본드 조인트 프로세스로서 볼 수 있다. 티타늄이 확산되지 않도록 선택적으로 대략 75 % 용융될 수 있다.
- [0076] [0094] 알루미늄 질화물 세라믹 피스는 티타늄, 예컨대, 0.1 미크론의 티타늄 층으로 선택적으로 스퍼터링될 수 있다. 이어서, 니켈 층은 티타늄 층 상에, 예컨대, 10 미크론의 두께로 선택적으로 스퍼터링될 수 있다. 예컨대, 8-13 % 인을 갖는 니켈 인 층은 선택적으로, 예컨대, 1000-2000 미크론 범위의 두께로 니켈 층에 도포될 수 있다. 이어서, 니켈 인 층은, 또한 유사하게 마련된 제2 알루미늄 질화물 피스의 니켈 인 층에 대해 가압될 수 있다. 적절한 접촉력, 예컨대, 20psi를 사용하여, 2개의 피스들은 적절한 진공 압력, 예컨대, 5×10^{-5} Torr 이하로 함께 가압될 수 있다. 적절한 브레이징 온도, 예컨대, 880-940°C가 적절한 시간, 예컨대, 1 내지 4 시간 동안 사용될 수 있다.
- [0077] [0095] 본원에 설명된 반도체 프로세싱 장비는 선택적으로 위에서 설명된 3 층 브레이즈 프로세스를 사용하여 제조될 수 있다. 조인트들은 상당한 세기를 가지고 기밀성일 것이다.
- [0078] [0096] 위의 설명으로부터 명백한 바와 같이, 매우 다양한 실시예들이 본원에 주어진 설명으로부터 구성될 수 있고 부가적인 장점들 및 수정들은 당업자들에게 쉽게 떠오를 것이다. 그러므로, 더 넓은 양상들에서 본 발명은 도시되고 설명된 특정 세부사항들 및 예시적인 예들로 제한되지 않는다. 따라서, 출원인의 일반적인 발명의 사상 또는 범위에서 벗어남이 없이 그런 세부사항들로부터의 일탈이 이루어질 수 있다.

도면

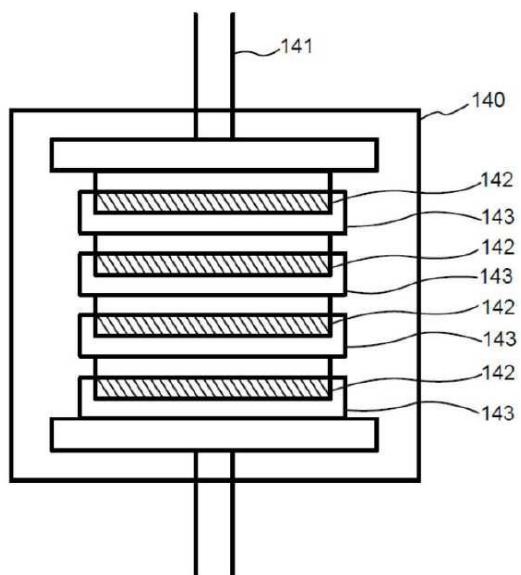
도면1



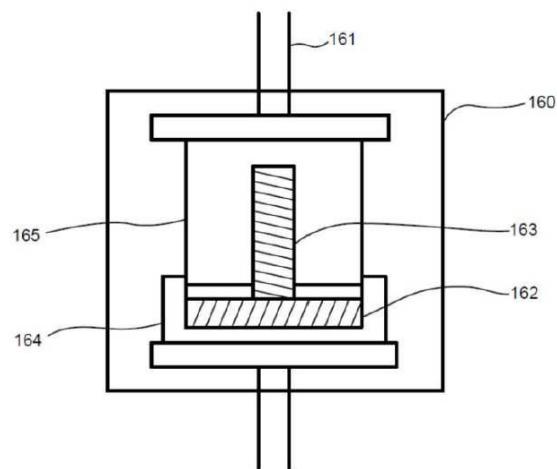
도면2



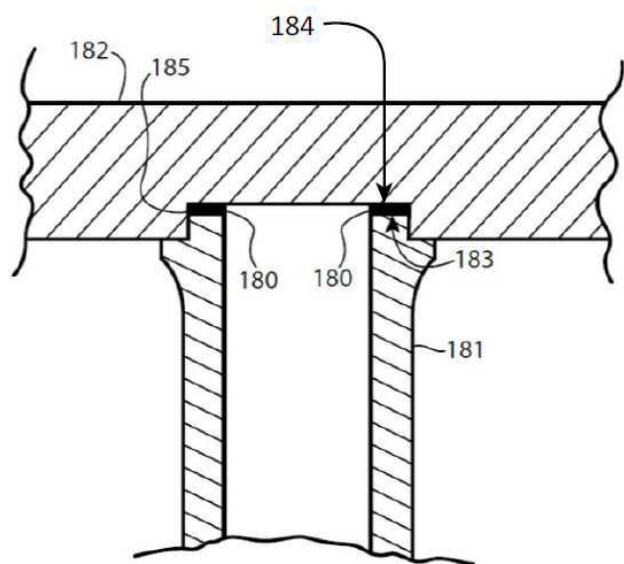
도면3



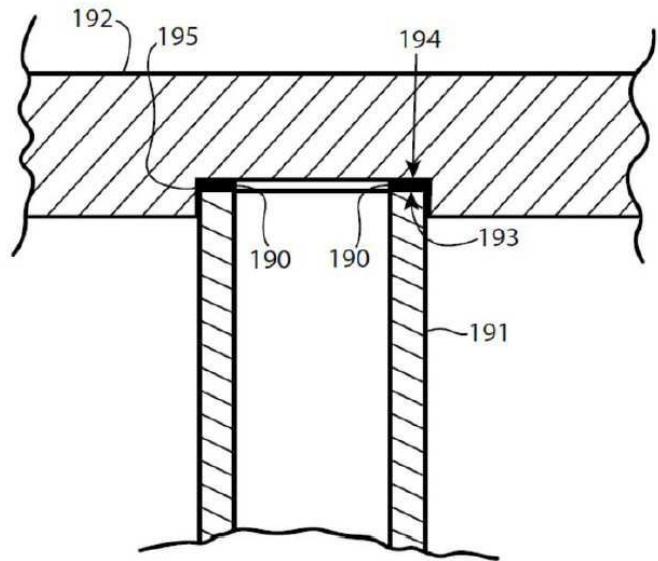
도면4



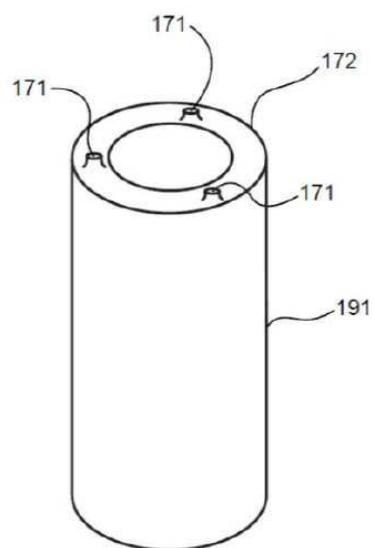
도면5



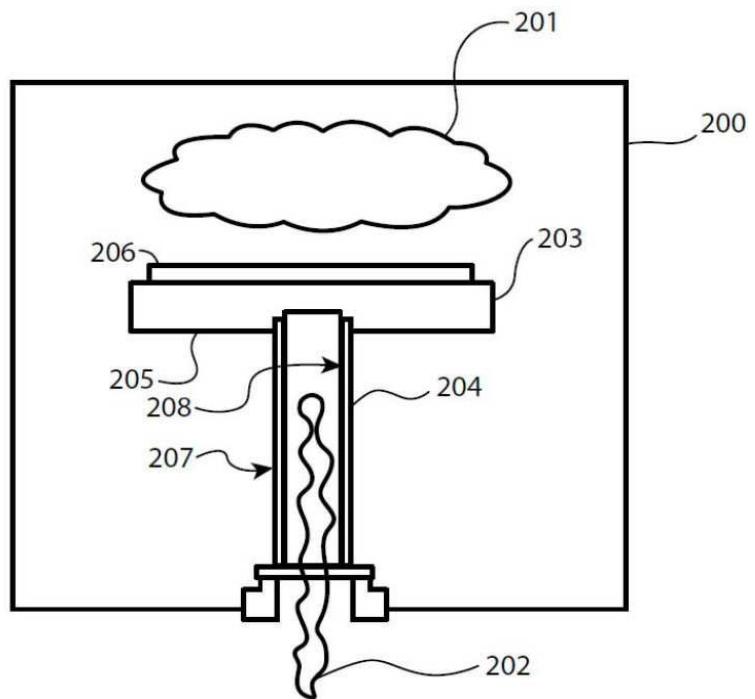
도면6



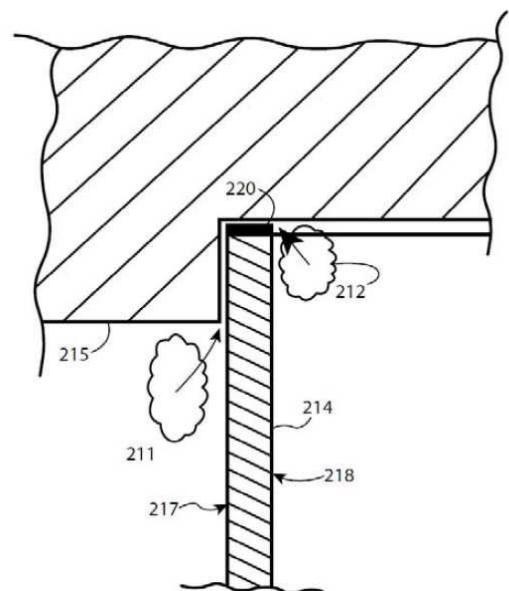
도면7



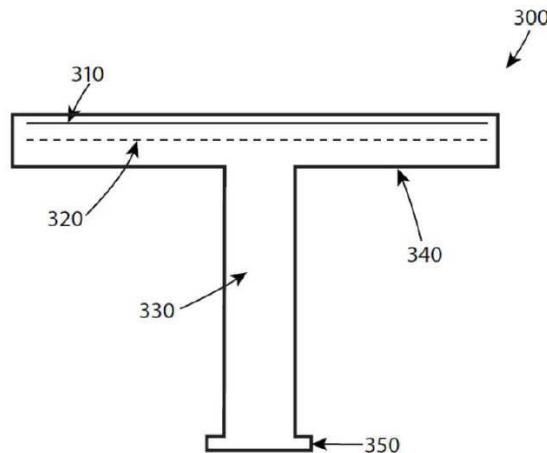
도면8



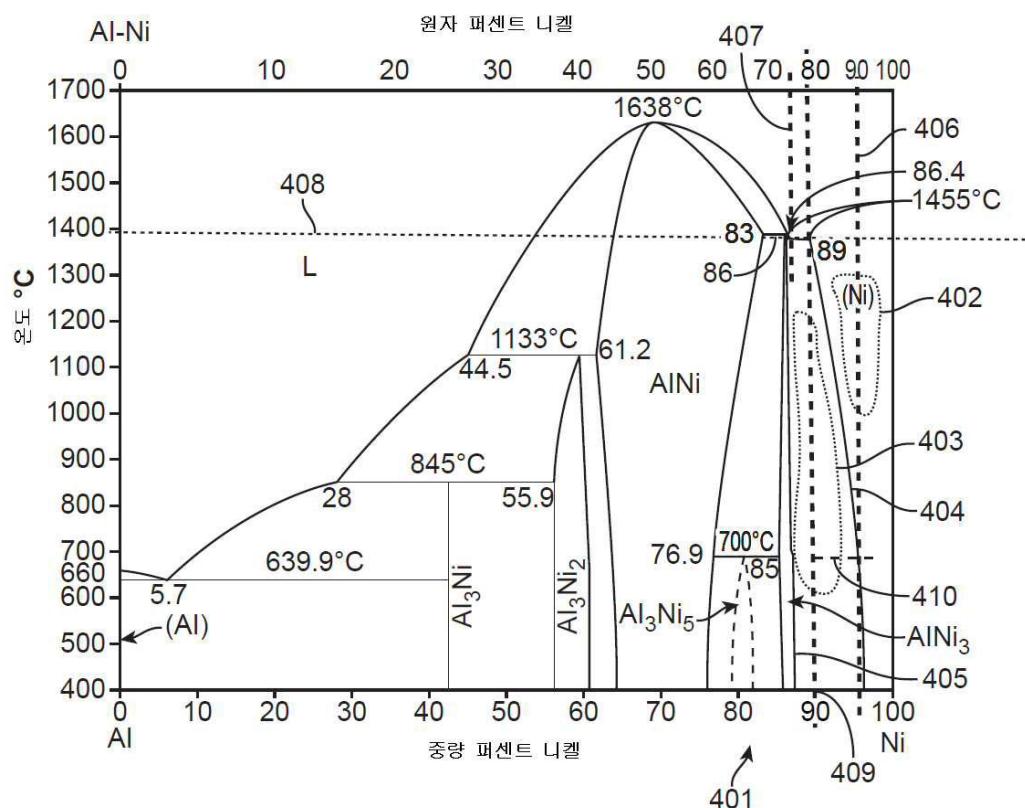
도면9



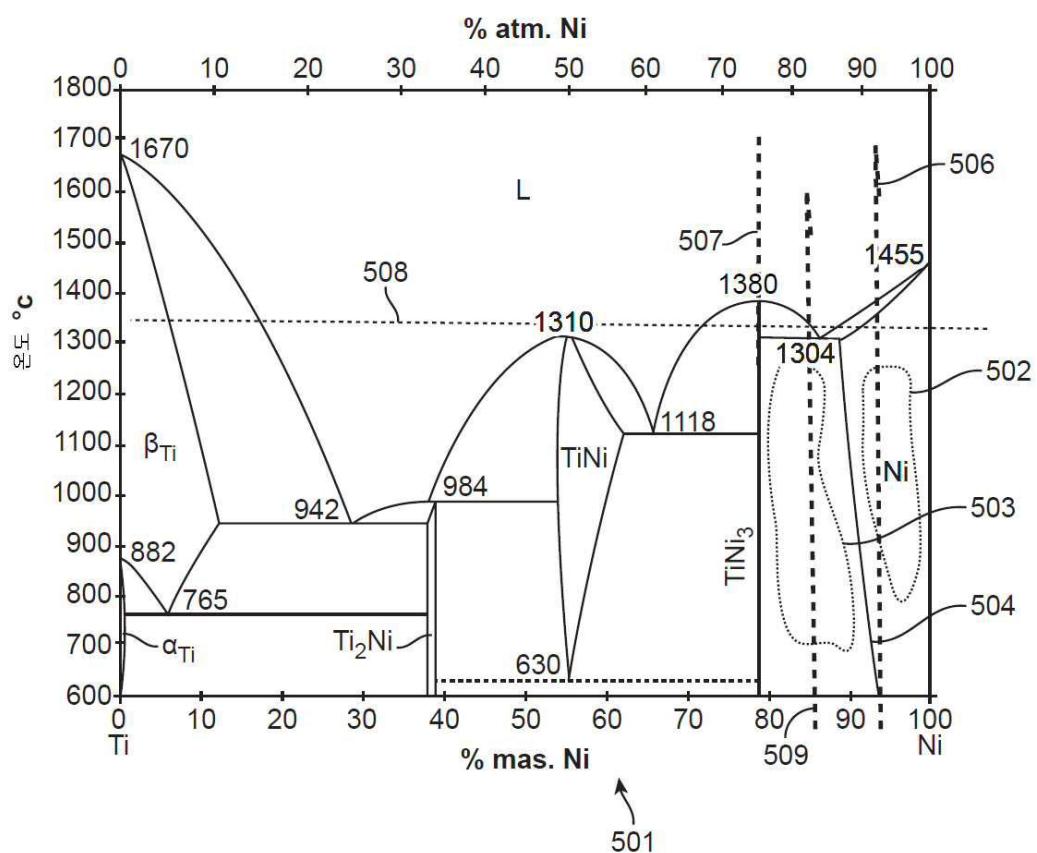
도면10



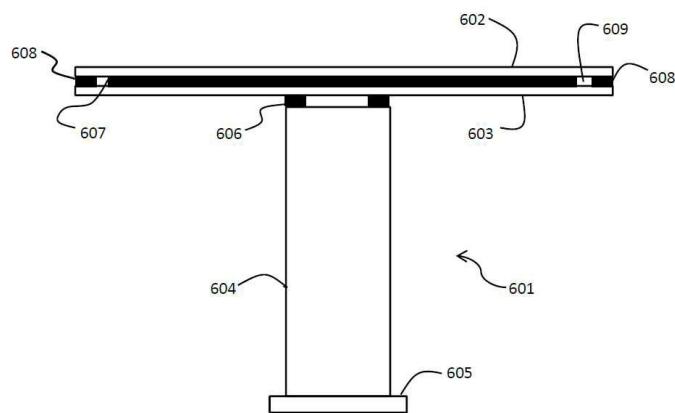
도면 11



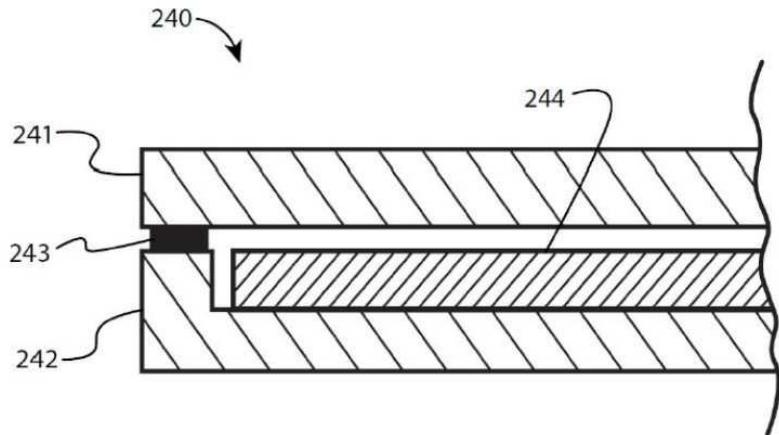
도면12



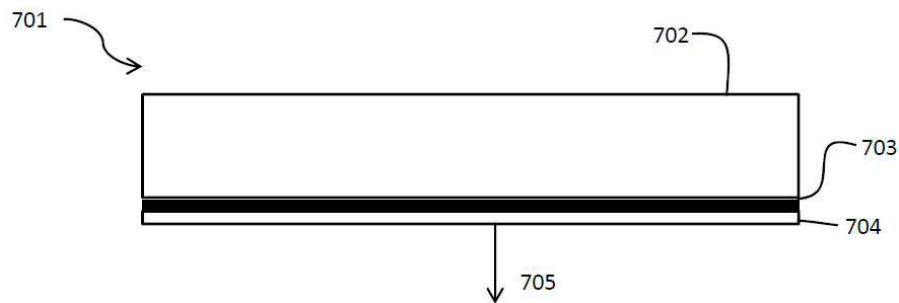
도면13



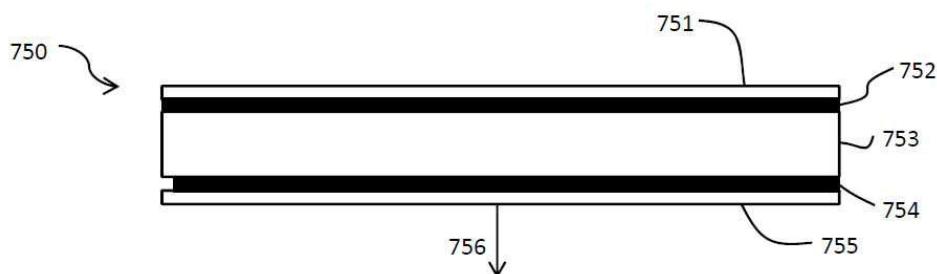
도면14



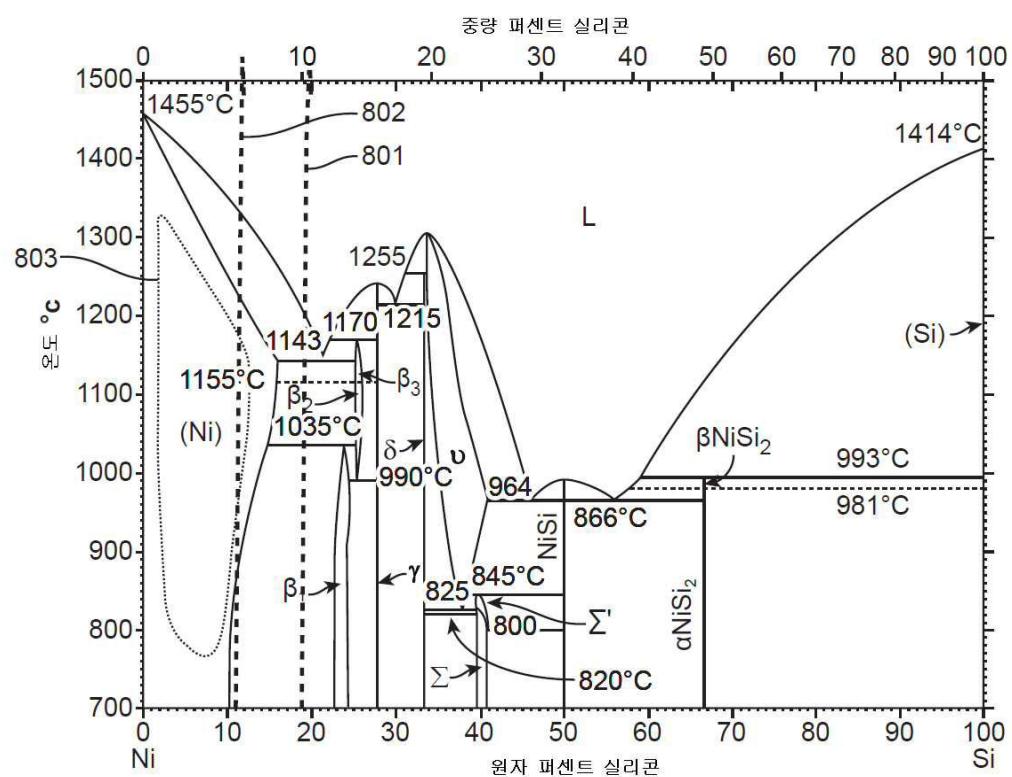
도면15



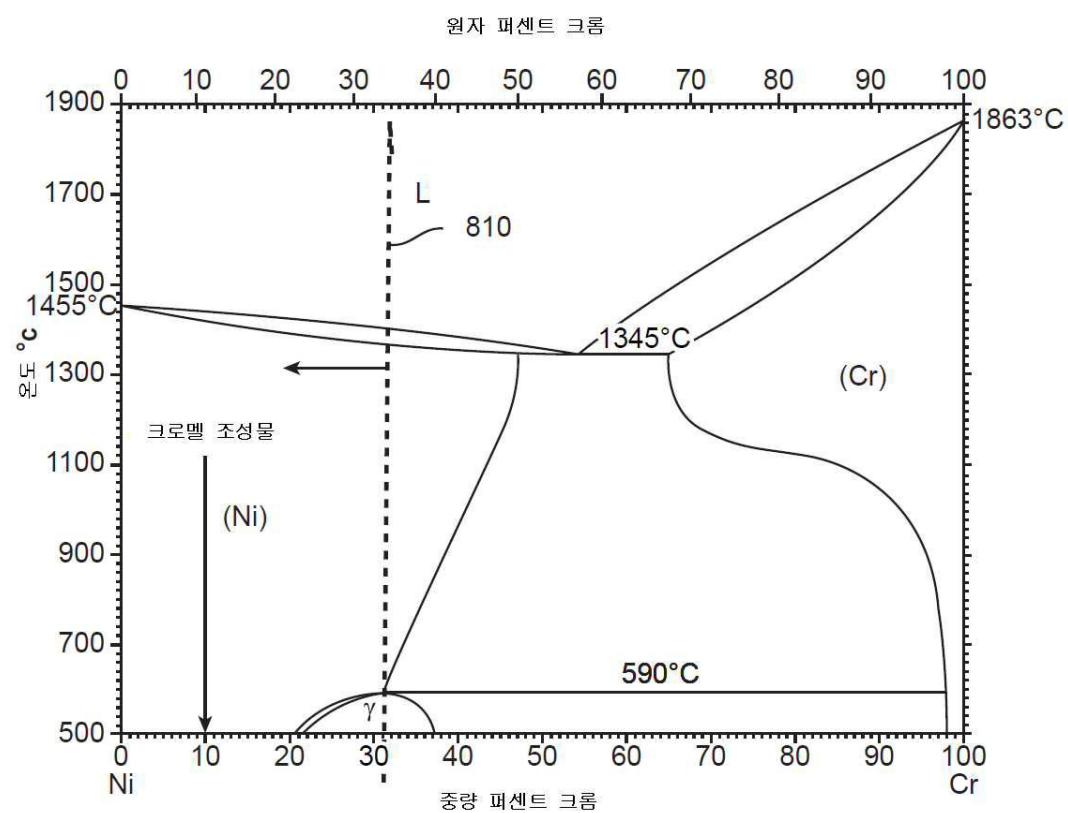
도면16



도면17



도면18



도면19

