



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년02월14일

(11) 등록번호 10-2499031

(24) 등록일자 2023년02월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/304 (2006.01) B24B 37/24 (2012.01)

B24B 37/26 (2012.01) B24D 18/00 (2006.01)

H01L 21/306 (2006.01) H01L 21/321 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 21/304 (2013.01)

B24B 37/24 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0078730

(22) 출원일자 2016년06월23일

심사청구일자 2021년03월12일

(65) 공개번호 10-2017-0001627

(43) 공개일자 2017년01월04일

(30) 우선권주장

15/163,184 2016년05월24일 미국(US)

14/751,410 2015년06월26일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2006502300 A

JP2007520617 A

JP2013211549 A

JP2014515319 A

(73) 특허권자

다우 글로벌 테크놀로지스 엘엘씨

미국 미시건 (우편번호 48674) 미드랜드 에이취. 에이취. 다우 웨이 2211

롬 앤드 하스 일렉트로닉 머티리얼스 씨엠펜 홀딩스, 인코포레이티드

미국 19713 델라웨어주 뉴워크 벨레뷰 로드 451

(72) 발명자

퀴안, 바이니안

미합중국 19711 델라웨어주 뉴워크 페리윙클 레인 46 이.

브루갈로라스 브루파우, 테레사

미합중국 19103 펜실베이니아주 필라델피아 더블유. 리텐하우스 스퀘어 1008 226

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 류현경, 김영

전체 청구항 수 : 총 3 항

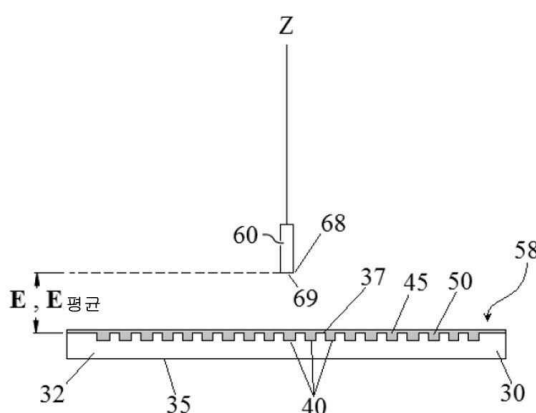
심사관 : 강명희

(54) 발명의 명칭 화학적 기계적 연마 패드용 복합체 연마층의 제조 방법

## (57) 요약

하기를 포함하는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 형성 방법이 제공된다: 복수개의 주기적 요홈을 갖는 제1 비-탈루성 폴리머 연속상의 제1 연마층 성분을 제공하는 단계; 5 내지 1,000 m/sec의 속도로 제1 연마층 성분을 향해 조합물을 배출하여 조합물로 복수개의 주기적 요홈을 충전하는 단계; 조합물을 복수개의 주기적 요홈 내에서 고화시켜 제2 비-탈루성 폴리머 상을 형성하여 복합 구조체를 생성하는 단계; 및 복합 구조체로부터 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 유도하는 단계, 여기서 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층은 제1 연마층 성분의 연마면 상의 연마 표면을 가지고; 그리고 여기서 상기 연마 표면은 기판을 연마하기 위해 적용됨.

대표도 - 도9



(52) CPC특허분류

**B24B 37/26** (2013.01)

**B24D 18/0009** (2013.01)

**H01L 21/30625** (2013.01)

**H01L 21/3212** (2013.01)

(72) 발명자

**코주크, 줄리아**

미합중국 19701 델라웨어주 비어 킹 제임스 코트 916

**베네지알레, 데이비드 미카엘**

미합중국 19440 펜실베이니아주 햇필드 베스레햄 파이크 1671

**통, 유화**

미합중국 19707 델라웨어주 흑케썴 스펜서 레인 2

**루고, 디에고**

미합중국 19711 델레웨어주 뉴워크 레드 폭스 레인 아파트먼트. 3에이 502

**제이콥, 조지 씨.**

미합중국 19702 델라웨어주 뉴워크 윈터헤이븐 드라이브 5410

**밀러, 제프리 비.**

미합중국 19382 펜실베이니아주 웨스트 체스터 레드 호크 트레일 2

**트랜, 토니 쿠안**

미합중국 19701 델레웨어주 베어 맨션 팜 마블 하우스 드라이브 101

**스택, 마크 알.**

미합중국 19709 델라웨어주 미들타운 라문노 드라이브 #201

**완크, 앤드류**

미합중국 19311 펜실베이니아주 애본데일 루즈벨트웨이 18

**헨드론, 제프리 제임스**

미합중국 21921 메릴랜드주 로즈 코트 엘크턴 17

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 형성 방법으로서,

화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 제1 연마층 성분을 제공하는 단계로서,

상기 제1 연마층 성분은 연마면(polishing side), 기저 표면, 복수개의 주기적 요홈 및 상기 기저 표면으로부터 상기 연마면까지 상기 연마면에 대해 법선방향으로 측정된 제1 성분의 평균 두께( $T_{1-평균}$ )를 가지고;

상기 제1 연마층 성분은 제1 비-탈루성(non-fugitive) 폴리머 연속상을 포함하고;

상기 복수개의 주기적 요홈은 상기 연마면으로부터 상기 기저 표면을 향하여 상기 연마면에 대해 법선 방향으로 측정된 평균 요홈 깊이( $D_{평균}$ )를 가지며; 상기 평균 요홈 깊이( $D_{평균}$ )는 상기 제1 성분 평균 두께( $T_{1-평균}$ )보다 작고;

상기 제1 비-탈루성 폴리머 연속상은 8 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화 우레탄 예비중합체와 제1 연속상 경화제의 반응 생성물인, 상기 제1 연마층 성분을 제공하는 단계;

(P) 사이드 폴리올, (P) 사이드 폴리아민 및 (P) 사이드 알코올 아민 중 적어도 하나를 포함하는 (P) 사이드 액체 성분을 제공하는 단계로서, 상기 (P) 사이드는 상기 (P) 사이드 액체 성분을 공급하기 위한 축방향 혼합 장치의 액체 공급 포트를 갖는 사이드인 단계;

적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트를 포함하는 (I) 사이드 액체 성분을 제공하는 단계로서, 상기 (I) 사이드는 상기 (I) 사이드 액체 성분을 공급하기 위한 축방향 혼합 장치의 액체 공급 포트를 갖는 사이드인 단계;

가압 기체를 제공하는 단계;

내부 원통형 챔버를 갖는 축방향 혼합 장치를 제공하는 단계로서,

상기 내부 원통형 챔버는 폐쇄 단부, 개방 단부, 대칭축, 상기 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트, 상기 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트, 및 상기 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 접선방향 가압 기체 공급 포트를 가지고;

상기 폐쇄 단부와 상기 개방 단부는 상기 대칭축에 수직이고;

상기 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 및 상기 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트는 상기 폐쇄 단부에 근접한 상기 내부 원통형 챔버의 둘레를 따라 배치되고;

상기 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트는 상기 폐쇄 단부로부터 상기 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 및 상기 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트의 상기 내부 원통형 챔버 다운스트림의 둘레를 따라 배치되고;

상기 (P) 사이드 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (P) 사이드 충전 압력으로 상기 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트를 통해 상기 내부 원통형 챔버로 주입되고;

상기 (I) 사이드 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (I) 사이드 충전 압력으로 상기 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트를 통해 상기 내부 원통형 챔버로 주입되고;

상기 내부 원통형 챔버로의 상기 (P) 사이드 액체 성분 및 상기 (I) 사이드 액체 성분의 조합된 질량 유량은 1 내지 500 g/s이고;

상기 (P) 사이드 액체 성분, 상기 (I) 사이드 액체 성분과 상기 가압 기체는 상기 내부 원통형 챔버 내에서 상호혼합되어 조합물을 형성하고;

상기 가압 기체는 150 내지 1,500 kPa의 공급 압력으로 상기 적어도 하나의 접선방향 가압 기체 공급

포트를 통해 상기 내부 원통형 챔버로 주입되고;

상기 가압 기체의 상기 내부 원통형 챔버 내로의 유입 속도는 20℃ 및 1 atm 압력에서 이상 기체 조건을 기준으로 계산된 50 내지 600 m/s인, 상기 축방향 혼합 장치를 제공하는 단계;

5 내지 1,000 m/sec의 속도로 상기 내부 원통형 챔버의 상기 개방 단부로부터 상기 제1 연마층 성분의 상기 연마면을 향해 상기 조합물을 배출하여, 상기 조합물로 상기 복수개의 주기적 요홈을 충전하는 단계;

상기 복수개의 주기적 요홈에서의 제2 연마층 성분으로서 상기 조합물을 고화시켜 복합 구조체를 형성하는 단계로서, 상기 제2 연마층 성분은 제2 비-탈루성 폴리머 상인, 상기 복합 구조체를 형성하는 단계; 및

상기 복합 구조체로부터 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 유도하는 단계로서, 상기 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층은 상기 제1 연마층 성분의 상기 연마면 상에 연마 표면(polishing surface)을 가지고; 상기 연마 표면은 기판을 연마하기 위해 적용되는, 상기 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 유도하는 단계

를 포함하는, 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 형성 방법.

## 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복합 구조체로부터 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 유도하는 단계는 상기 복합 구조체를 기계 가공하여 상기 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 유도하는 단계를 추가로 포함하고;

상기 복합 구조체를 기계 가공하여 유도된 상기 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층은 상기 기저 표면으로부터 상기 연마 표면까지 상기 연마 표면에 대해 법선방향으로 측정된 복합체 연마층 평균 두께( $T_{p-평균}$ )를 가지고;

상기 제1 성분 평균 두께( $T_{1-평균}$ )는 상기 복합체 연마층 평균 두께( $T_{p-평균}$ )와 동일하고;

상기 복수개의 주기적 요홈을 차지하는 상기 제2 비-탈루성 폴리머 상의 상부 표면으로부터 상기 기저 표면까지의 높이는, 상기 기저 표면으로부터 상기 제2 비-탈루성 폴리머 상의 상부 표면을 향하여 상기 연마 표면에 대해 법선방향으로 측정된 평균 높이( $H_{평균}$ )를 가지고;

상기 복합체 연마층 평균 두께( $T_{p-평균}$ )와 상기 평균 높이( $H_{평균}$ ) 사이의 차이( $\Delta S$ )의 절대값은 0.5  $\mu m$  이하인, 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 형성 방법.

## 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 연마층 성분을 제공하는 단계는,

바닥 및 둘레 벽을 갖는 주형을 제공하는 단계로서, 상기 바닥 및 상기 둘레 벽은 주형 중공부를 획정하는, 상기 주형을 제공하는 단계;

상기 8 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체, 상기 제1 연속상 경화제 및, 임의로, 복수개의 중공 코어 폴리머 물질을 제공하는 단계;

상기 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체와 상기 제1 연속상 경화제를 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계;

상기 혼합물을 상기 주형 중공부에 붓는 단계;

상기 혼합물을 상기 제1 비-탈루성 폴리머 연속상의 케이크로 고화시키는 단계;

상기 케이크로부터 시트를 유도하는 단계;

상기 시트 내에 상기 복수개의 주기적 요홈을 형성하여 상기 제1 연마층 성분을 제공하는 단계

를 추가로 포함하는, 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 형성 방법.

## 청구항 4

삭제

## 청구항 5

삭제

## 청구항 6

삭제

## 청구항 7

삭제

## 청구항 8

삭제

## 청구항 9

삭제

## 청구항 10

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 현재 계류 중인 2015년 6월 26일에 출원된 미국 일련번호 제14/751,410호의 일부 계속출원이다.

[0002] 본 발명은 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 형성하기 위한 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 축방향 혼합 장치(axial mixing device)를 사용하는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 형성 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 집적회로 및 다른 전자 소자의 제조에 있어서, 전도성, 반도체성 및 유전체 물질의 다중층이 반도체 웨이퍼의 표면 상에 증착되고 이로부터 제거된다. 전도성, 반도체성 및 유전체 물질의 박막들은 수많은 증착 기술을 사용하여 증착될 수 있다. 최신 웨이퍼 공정에서의 일반적 증착 기술은 무엇보다도 스퍼터링으로서 공지된 물리적 기상 증착 (PVD), 화학적 기상 증착 (CVD), 플라즈마-강화 화학적 기상 증착 (PECVD) 및 전기화학적 도금을 포함한다. 일반 제거 기술은 무엇보다도 습식 및 건식의 등방성 및 이방성 에칭을 포함한다.

[0004] 물질의 층이 순차적으로 증착되고 제거됨에 따라, 웨이퍼의 최상위 표면은 비-평면적으로 된다. 차후 반도체 공정 (예를 들면, 금속화)은 웨이퍼가 평평한 표면을 가질 것을 요구하기 때문에, 웨이퍼는 평탄화될 것이 요구된다. 평탄화는 원하지 않는 표면 형상 및 표면 결함, 예컨대 굴곡 표면, 응집된 물질, 결정 격자 손상, 금힘 및 오염된 층 또는 물질을 제거하기 위해 유용하다.

[0005] 화학적 기계적 평탄화, 또는 화학적 기계적 연마 (CMP)는 작업용 피스 예컨대 반도체 웨이퍼를 평탄화하거나 연마하기 위해 사용되는 일반 기술이다. 종래의 CMP에서, 웨이퍼 캐리어, 또는 연마 헤드는 캐리어 조립체 상에 설치된다. 연마 헤드(polishing head)는 웨이퍼를 고정하고, CMP 장치 내의 테이블 또는 가압판 상에 설치되는 연마 패드의 연마층과 접촉되도록 웨이퍼를 배치시킨다. 캐리어 조립체는 웨이퍼 및 연마 패드 사이에 통제가능 압력을 제공한다. 동시에, 연마 매질 (예를 들면, 슬러리)는 연마 패드 위에 분배되어, 웨이퍼와 연마층 사이의 틈에 들어간다. 연마에 영향을 주기 위해, 연마 패드 및 웨이퍼는 통상적으로 서로에 대해 상대적으로 회전한다. 연마 패드가 웨이퍼 아래에서 회전하기 때문에, 웨이퍼는 통상적으로 환형의 연마 트랙, 또는 연마 영역에 끌려지게 되고, 이에서 웨이퍼의 표면은 연마층과 직접적으로 대면된다. 웨이퍼 표면은 연마되고, 연마층의 화학적 및 기계적 작용 및 표면 상의 연마 매질에 의해 평면화된다.

[0006] James 등은 미국특허 제6,736,709호에서 화학적 기계적 연마 패드의 연마 표면에서의 그루빙(grooving)의 중요성을 개시하고 있다. 상세하게는, James 등은 "그루브 강성도 지수(Groove Stiffness Quotient)("GSQ")는 패

드 강성도에 대한 그루빙의 효과를 추정하고, "그루브 유동 지수(Groove Flow Quotient)"("GFQ")는 (패드 계면) 유체 유동에 대한 그루빙의 효과를 추정하고; 주어진 연마 공정에서의 이상적인 연마 표면을 선택하는데 있어서의 GSQ 및 GFQ 사이의 미묘한 균형이 존재하는 것을 교시한다.

[0007] 그럼에도 불구하고, 웨이퍼 치수가 계속하여 수축됨에 따라, 관련된 연마 공정에 대한 요구조건도 전보다 높아지고 있다.

[0008] 따라서, 화학적 기계적 연마 패드의 작업 성능 범위를 늘릴 수 있는 연마층 설계 및 이의 제조 방법에 대한 지속적인 필요성이 존재한다.

### 발명의 내용

[0009] 본 발명은 하기를 포함하는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 형성하기 위한 방법을 제공한다: 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 제1 연마층 성분을 제공하는 단계; 여기서 제1 연마층 성분은 연마면, 기저 표면, 복수 개의 주기적 요홈 및 기저 표면으로부터 연마면까지의 연마면에 대해 법선방향으로 측정된 제1 성분의 평균 두께,  $T_{1-평균}$ 를 가지고; 상기 제1 연마층 성분은 제1 비-탈루성 폴리머 연속상(first continuous non-fugitive polymeric phase)을 포함하고; 여기서 복수 개의 주기적 요홈은 연마면으로부터 기저 표면을 향하는, 연마면에 대해 법선방향으로 측정된 평균 요홈 깊이,  $D_{평균}$ 를 가지고; 여기서 평균 요홈 깊이,  $D_{평균}$ 은 제1 성분 평균 두께,  $T_{1-평균}$ 보다 작고; 상기 제1 비-탈루성 폴리머 연속상은 8 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화 우레탄 예비중합체 및 제1 연속상 경화제의 반응 생성물임; (P) 사이드 폴리올, (P) 사이드 폴리아민 및 (P) 사이드 알코올 아민 중 적어도 하나를 포함하는 폴리 사이드 (P) 액체 성분을 제공하는 단계; 적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트를 포함하는 이소 사이드 (I) 액체 성분을 제공하는 단계; 가압 기체를 제공하는 단계; 내부 원통형 챔버를 갖는 축방향 혼합 장치를 제공하는 단계; 여기서 내부 원통형 챔버는 폐쇄 단부, 개방 단부, 대칭축, 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트, 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트, 및 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트를 가지고; 여기서 폐쇄 단부 및 개방 단부는 대칭축에 수직하고; 여기서 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 및 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트는 폐쇄 단부에 근접한 내부 원통형 챔버의 둘레를 따라 배치되고; 상기 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트는 폐쇄 단부로부터의 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 및 (P) 사이드 액체 공급 포트의 내부 원통형 챔버 다운스트림의 둘레를 따라 배치되고; 여기서 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (P) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트를 통해 내부 원통형 챔버로 주입되고; 상기 이소 사이드 (I) 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (I) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트를 통해 내부 원통형 챔버로 주입되고; 여기서 내부 원통형 챔버로의 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분의 조합된 질량 유량은 1 내지 500 g/s, 예컨대, 바람직하게는, 2 내지 40 g/s, 또는 더 바람직하게는, 2 내지 25 g/s이고; 상기 폴리 사이드 (P) 액체 성분, 이소 사이드 (I) 액체 성분 및 가압 기체는 내부 원통형 챔버 내에서 상호혼합되어 조합물을 형성하고; 상기 가압 기체는 150 내지 1,500 kPa의 공급 압력으로 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트를 통해 내부 원통형 챔버로 주입되고; 여기서 가압 기체의 내부 원통형 챔버내로의 유입구 속도는 20 °C 및 1 atm 압력에서 이상 기체 조건을 기준으로 계산된 50 내지 600 m/s, 또는 바람직하게는, 75 내지 350 m/s이고; 5 내지 1,000 m/sec, 또는, 바람직하게는, 10 내지 600 m/sec 또는, 더 바람직하게는, 15 내지 450 m/sec의 속도로 제1 연마층 성분의 연마면을 향해 내부 원통형 챔버의 개방 단부로부터 조합물을 배출하여, 상기 조합물로 복수 개의 주기적 요홈을 충전하는 단계; 복수 개의 주기적 요홈에서의 제2 연마층 성분으로서 상기 조합물을 고화시켜 복합 구조체를 형성하는 단계; 상기 제2 연마층 성분은 제2 비-탈루성 폴리머 상임; 그리고 상기 복합 구조체로부터 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 유도하는 단계, 상기 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층은 제1 연마층 성분의 연마면 상에 연마 표면을 가지고; 상기 연마 표면은 기판을 연마하기 위해 적용됨.

[0010] 본 발명은 하기를 포함하는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 형성 방법을 제공한다: 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 제1 연마층 성분을 제공하는 단계; 여기서 제1 연마층 성분은 연마면, 기저 표면, 복수 개의 주기적 요홈 및 기저 표면으로부터 연마면까지의 연마면에 대해 법선방향으로 측정된 제1 성분의 평균 두께,  $T_{1-평균}$ 를 가지고; 상기 제1 연마층 성분은 제1 비-탈루성 폴리머 연속상을 포함하고; 여기서 복수 개의 주기적 요홈은 연마면으로부터 기저 표면을 향하는, 연마면에 법선방향으로 측정된 평균 요홈 깊이,  $D_{평균}$ 를 가지고; 여기서 평균 요홈 깊이,  $D_{평균}$ 은 제1 성분 평균 두께,  $T_{1-평균}$ 보다 작고; 상기 제1 비-탈루성 폴리머 연속



상은 8 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화 우레탄 예비중합체 및 제1 연속상 경화제의 반응 생성물임; (P) 사이드 폴리올, (P) 사이드 폴리아민 및 (P) 사이드 알코올 아민 중 적어도 하나를 포함하는 폴리 사이드 (P) 액체 성분을 제공하는 단계; 적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트를 포함하는 이소 사이드 (I) 액체 성분을 제공하는 단계; 가압 기체를 제공하는 단계; 내부 원통형 챔버를 갖는 축방향 혼합 장치를 제공하는 단계; 여기서 내부 원통형 챔버는 폐쇄 단부, 개방 단부, 대칭축, 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트, 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트, 및 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트를 가지고; 여기서 폐쇄 단부 및 개방 단부는 대칭축에 수직하고; 여기서 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 및 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트는 폐쇄 단부에 근접한 내부 원통형 챔버의 둘레를 따라 배치되고; 상기 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트는 폐쇄 단부로부터의 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 및 (P) 사이드 액체 공급 포트의 내부 원통형 챔버 다운스트림의 둘레를 따라 배치되고; 여기서 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (P) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트를 통해 내부 원통형 챔버로 주입되고; 상기 이소 사이드 (I) 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (I) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트를 통해 내부 원통형 챔버로 주입되고; 여기서 내부 원통형 챔버로의 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분의 조합된 질량 유량은 1 내지 500 g/s, 예컨대, 바람직하게는, 2 내지 40 g/s, 또는 더 바람직하게는, 2 내지 25 g/s 이고; 상기 폴리 사이드 (P) 액체 성분, 이소 사이드 (I) 액체 성분 및 가압 기체는 내부 원통형 챔버 내에서 상호혼합되어 조합물을 형성하고; 상기 가압 기체는 150 내지 1,500 kPa의 공급 압력으로 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트를 통해 내부 원통형 챔버로 주입되고; 여기서 가압 기체의 내부 원통형 챔버 내로의 유입구 속도는 20 °C 및 1 atm 압력에서 이상 기체 조건을 기준으로 계산된 50 내지 600 m/s, 또는 바람직하게는, 75 내지 350 m/s이고; 5 내지 1,000 m/sec, 또는, 바람직하게는, 10 내지 600 m/sec 또는, 더 바람직하게는, 15 내지 450 m/sec의 속도로 제1 연마층 성분의 연마면을 향해 내부 원통형 챔버의 개방 단부로부터 조합물을 배출하여, 상기 조합물로 복수 개의 주기적 요홈을 충전하는 단계; 복수 개의 주기적 요홈에서의 제2 연마층 성분으로서 상기 조합물을 고화시켜 복합 구조체를 형성하는 단계; 상기 제2 연마층 성분은 제2 비-탈루성 폴리머 상임; 그리고 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 유도하기 위해 복합 구조체로부터 기계 가공하는 단계; 여기서 이와 같이 유도된 상기 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층은 기저 표면으로부터 연마 표면까지의 연마 표면에 대해 법선방향으로 측정된 복합 연마층 평균 두께,  $T_{P-평균}$ 을 가지고; 상기 제1 성분 평균 두께,  $T_{I-평균}$ 은 복합 연마층 평균 두께,  $T_{P-평균}$ 와 동일하고; 상기 복수 개의 주기적 요홈을 차지하는 제2 비-탈루성 폴리머 상은 기저 표면으로부터 연마 표면을 향하는, 연마 표면에 대해 법선방향으로 측정된 평균 높이,  $H_{평균}$ 을 가지고; 여기서 복합체 연마층 평균 두께,  $T_{P-평균}$ , 및 평균 높이,  $H_{평균}$  사이의 차이,  $\Delta S$ 의 절대값은 0.5  $\mu m$  이하이고; 상기 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층은 제1 연마층 성분의 연마면 상에 연마 표면을 가지고; 그리고 상기 연마 표면은 기관을 연마하기 위해 적용됨.

[0011]

본 발명은 하기 단계를 포함하는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 형성 방법을 제공한다: 바닥 및 둘러싼 벽면을 갖는 주형을 제공하는 단계; 상기 바닥 및 둘러싼 벽면은 주형 중공부(mold cavity)를 정의하고; 8 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체, 제1 연속상 경화제, 및 임의로 복수 개의 중공 코어 폴리머 물질을 제공하는 단계; 상기 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체, 제1 연속상 경화제, 및 임의로 복수 개의 중공 코어 폴리머 물질을 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계; 혼합물을 주형 중공부에 붓는 단계; 상기 혼합물을 제1 비-탈루성 폴리머 연속상의 케이크로 고화시키는 단계; 상기 케이크로부터 시트를 유도하는 단계; 시트 내에 복수 개의 주기적 요홈을 형성하여 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 제1 연마층 성분을 제공하는 단계; 상기 제1 연마층 성분은 연마면, 기저 표면, 복수 개의 주기적 요홈 및 기저 표면으로부터 연마면까지의 연마면에 대해 법선방향으로 측정된 제1 성분의 평균 두께,  $T_{I-평균}$ 를 가지고; 여기서 복수 개의 주기적 요홈은 연마면으로부터 기저 표면을 향하는, 연마면에 법선방향으로 측정된 평균 요홈 깊이,  $D_{평균}$ 를 가지고; 여기서 평균 요홈 깊이,  $D_{평균}$ 은 제1 성분 평균 두께,  $T_{I-평균}$ 보다 작고; (P) 사이드 폴리올, (P) 사이드 폴리아민 및 (P) 사이드 알코올 아민 중 적어도 하나를 포함하는 폴리 사이드 (P) 액체 성분을 제공하는 단계; 적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트를 포함하는 이소 사이드 (I) 액체 성분을 제공하는 단계; 가압 기체를 제공하는 단계; 내부 원통형 챔버를 갖는 축방향 혼합 장치를 제공하는 단계; 여기서 내부 원통형 챔버는 폐쇄 단부, 개방 단부, 대칭축, 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트, 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트, 및 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트를 가지

고; 여기서 폐쇄 단부 및 개방 단부는 대칭축에 수직하고; 여기서 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 및 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트는 폐쇄 단부에 근접한 내부 원통형 챔버의 둘레를 따라 배치되고; 상기 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트는 폐쇄 단부로부터의 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 및 (P) 사이드 액체 공급 포트의 내부 원통형 챔버 다운스트림의 둘레를 따라 배치되고; 여기서 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (P) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트를 통해 내부 원통형 챔버로 주입되고; 상기 이소 사이드 (I) 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (I) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트를 통해 내부 원통형 챔버로 주입되고; 여기서 내부 원통형 챔버로의 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분의 조합된 질량 유량은 1 내지 500 g/s, 예컨대, 바람직하게는, 2 내지 40 g/s, 또는 더 바람직하게는, 2 내지 25 g/s이고; 상기 폴리 사이드 (P) 액체 성분, 이소 사이드 (I) 액체 성분 및 가압 기체는 내부 원통형 챔버 내에서 상호혼합되어 조합물을 형성하고; 상기 가압 기체는 150 내지 1,500 kPa의 공급 압력으로 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트를 통해 내부 원통형 챔버로 주입되고; 여기서 가압 기체의 내부 원통형 챔버 내로의 유입구 속도는 20 °C 및 1 atm 압력에서 이상 기체 조건을 기준으로 계산된 50 내지 600 m/s, 또는 바람직하게는, 75 내지 350 m/s이고; 5 내지 1,000 m/sec, 또는, 바람직하게는, 10 내지 600 m/sec 또는, 더 바람직하게는, 15 내지 450 m/sec의 속도로 제1 연마층 성분의 연마면을 향해 내부 원통형 챔버의 개방 단부로부터 조합물을 배출하여, 상기 조합물로 복수 개의 주기적 요홈을 충전하는 단계; 복수 개의 주기적 요홈에서의 제2 연마층 성분으로서 상기 조합물을 고화시켜 복합 구조체를 형성하는 단계; 상기 제2 연마층 성분은 제2 비-탈루성 폴리머 상임; 그리고 상기 복합 구조체로부터 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 유도하는 단계, 상기 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층은 제1 연마층 성분의 연마면 상에 연마 표면을 가지고; 상기 연마 표면은 기판을 연마하기 위해 적용됨.

### 도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 주형의 사시도이다.
- 도 2는 제1 연마층 성분의 사시도이다.
- 도 3은 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 사시도이다.
- 도 4는 제1 연마층 성분의 평면도이다.
- 도 5는 도 4에서의 선 A-A에 따라 취해진 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 방법에서 사용하기 위한 축방향 혼합 장치의 측면도이다.
- 도 7은 도 6에서 선 B-B에 따라 취해진 단면도이다.
- 도 8은 도 6에서 선 C-C에 따라 취해진 단면도이다.
- 도 9는 본 발명의 방법에서 형성된 복합 구조체의 측면도이다.
- 도 10은 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층을 갖는 화학적 기계적 연마 패드의 평면도이다.
- 도 11은 도 11에서의 선 AA-AA에 따라 취해진 단면도이다.
- 도 12는 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 평면도이다.
- 도 13a는 도 12에서의 선 BB-BB에 따라 취해진 단면도이다.
- 도 13b는 도 12에서의 선 BB-BB에 따라 취해진 대안적인 단면도이다.
- 도 14는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 및 윈도우를 갖는 화학적 기계적 연마 패드의 사시도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

#### 상세한 설명

기록상, 특정 연마층의 연마 표면에 대한 GSQ 및 GFQ 값은 효과적인 연마층을 설계하기 위한 작업 가능 범위를 제공하였다. 놀랍게도, 본 발명은 연마층 강성도 및 연마층 설계의 슬러리 분산 성능을 분리하고; 이에 의해 연마층 설계의 범위를 연마 성능 특성의 지금까지 얻을 수 없었던 균형까지 확장함으로써 연마층에 대한 지금까지 확립된 GSQ 및 GFQ 파라미터의 주형을 파괴하기 위한 수단을 제공하는 복합체 연마층의 제조 방법을 제공한다.

[0015] 폴리머 상에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "비-탈루성(non-fugitive)"은 폴리머 상



(예를 들면, 제2 비-탈루성 폴리머 상)이 복합체 연마층에 존재하는 다른 폴리머 상 (예를 들면, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상)과 관련하여 용융되고, 용해되고, 분해되고, 그렇지 않으면 선택적으로 감소되지 않는 것을 의미한다.

- [0016] 주형 중공부 (20)에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "**실질적 원형 단면**"은 주형 중공부의 중심축,  $C_{\text{중공부}}$ , (22)으로부터 둘러싼 벽면 (15)의 수직 내부 경계 (18)까지의 **x-y 평면** (28) 상에 뻗은 주형 중공부 (20)의 최장 반경,  $r_c$ 가, 주형 중공부의 중심축,  $C_{\text{중공부}}$ , (22)으로부터 수직 내부 경계 (18)까지의 **x-y 평면** (28) 상에 뻗은 주형 중공부 (20)의 최단 반경,  $r_c$ 보다 20% 이하로 더 길다는 것을 의미한다. (도 1 참조).
- [0017] 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "**주형 중공부**"는 기저 (12) 및 둘러싼 벽면 (15)의 수직 내부 경계 (18)에 의해 정의되는 용적과 관련된다. (도 1 참조).
- [0018] 제2 형상 (예를 들면, 축, x-y 평면)에 대한 제1 형상 (예를 들면, 수평 내부 경계; 수직 내부 경계)에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "**실질적으로 수직**"은 제1 형상이 제2 형상에 대해 80 내지 100°의 각도인 것을 의미한다.
- [0019] 제2 형상 (예를 들면, 축, x-y 평면)에 대한 제1 형상 (예를 들면, 수평 내부 경계; 수직 내부 경계)에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "**본질적으로 수직**"은 제1 형상이 제2 형상에 대해 85 내지 95°의 각도인 것을 의미한다.
- [0020] 연마면 (37)을 갖는 제1 연마층 성분 (32)에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "**제1 성분 평균 두께**,  $T_{1\text{-평균}}$ "는 연마면 (37)으로부터 제1 연마층 성분의 기저 표면 (35)까지의 연마면 (37)에 대해 법선방향으로 측정된 제1 연마층 성분 (32)의 제1 성분 두께  $T_1$ 의 평균을 의미한다. (도 2 참조).
- [0021] 연마 표면 (95)을 갖는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "**복합체 연마층 평균 두께**,  $T_{p\text{-평균}}$ "는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)의 연마 표면 (95)으로부터 하부 표면 (92)까지의 연마 표면 (95)에 대한 법선방향으로의 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)의 연마층 평균 두께,  $T_p$ 를 의미한다. (도 3 참조).
- [0022] 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "**실질적 원형 단면**"은 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)의 중심축 (98)으로부터 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)의 연마 표면 (95)의 외주 (110)까지의 단면의 최장 반경,  $r_p$ 가 중심축 (98)으로부터 연마 표면 (95)의 외주 (110)까지의 단면의 최단 반경,  $r_p$ 보다 20% 이하로 더 긴 것을 의미한다. (도 3 참조).
- [0023] 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 바람직하게는 중심축 (98) 주변에서 회전하도록 적용된다. 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)의 연마 표면 (95)은 중심축 (98)에 수직한 평면 (99)에 놓여 있다. 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 중심축 (98)의 85 내지 95°, 바람직하게는 중심축 (98)의 90°의 각,  $\gamma$ 으로 평면 (99)에서 회전하도록 적용된다. 바람직하게는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 중심축 (98)에 수직한 실질적 원형 단면을 갖는 연마 표면 (95)을 가진다. 바람직하게는, 중심축 (98)의 수직한 연마 표면 (95)의 단면의 반경,  $r_p$ 는 단면에 대해 20% 이하까지, 더 바람직하게는 단면에 대해 10% 이하까지 변화된다. (도 3 참조).
- [0024] 본 발명의 측방향 혼합 장치에서 형성되는 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분의 조합에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "**겔화 시간**"은 ASTM D3795-00a(Reapproved 2006)(*Standard Test Method for Thermal Flow, Cure, and Behavior Properties of Pourable Thermosetting Materials by Torque Rheometer*)에 따른 표준 시험 방법을 사용하여 결정되는 상기 조합에 대한 총 경화 시간을 의미한다.
- [0025] 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "**폴리(우레탄)**"은 (a) (i) 이소시아네이트 및 (ii) 폴리올 (디올 포함)의 반응으로부터 형성되는 폴리우레탄; 및 (b) (i) 이소시아네이트와 (ii) 폴리올 (디올 포함) 및 (iii) 물, 아민 또는 물 및 아민의 조합의 반응으로부터 형성되는 폴리(우레탄)을 포괄한다.
- [0026] 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)의 형성 방법은 하기를 포함한다: 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)의 제1 연마층 성분 (32)을 제공하는 단계; 상기 제1 연마층 성분 (32)은 연마면 (37), 기저 표면

(35), 복수 개의 주기적 요홈 (40) 및 기저 표면 (35)으로부터 연마면 (37)까지의 연마면 (37)에 대해 법선방향으로 측정되는 제1 성분 평균 두께,  $T_{1-평균}$ 를 가지고; 상기 제1 연마층 성분 (32)은 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)을 포함하고; 여기서 복수 개의 주기적 요홈 (40)은 연마면 (37)으로부터 기저 표면 (35)을 향하는, 연마면 (37)에 대해 법선방향으로 측정된 연마면 (37)으로부터의 평균 요홈 깊이,  $D_{평균}$ 를 가지고, 상기 평균 요홈 깊이,  $D_{평균}$ 는 제1 성분 평균 두께,  $T_{1-평균}$ 보다 작고; 상기 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 8 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체 및 제1 연속상 경화제의 반응 생성물이고; (P) 사이드 폴리올, (P) 사이드 폴리아민 및 (P) 사이드 알코올 아민 중 적어도 하나를 포함하는 폴리 사이드 (P) 액체 성분(poly side (P) liquid component)을 제공하는 단계; 적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트를 포함하는 이소 사이드 (I) 액체 성분을 제공하는 단계; 가압 기체를 제공하는 단계; 내부 원통형 챔버 (65)를 갖는 축방향 혼합 장치 (60)를 제공하는 단계; 상기 내부 원통형 챔버 (65)는 폐쇄 단부 (62), 개방 단부 (68), 대칭축 (70), 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75), 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80), 및 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (바람직하게는, 적어도 2개의) 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 가지고; 여기서 폐쇄 단부 (62) 및 개방 단부 (68)는 대칭축 (70)에 수직하고; 상기 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)는 폐쇄 단부 (62)에 근접한 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레에 따라 배치되고; 상기 적어도 하나의 (바람직하게는, 적어도 2개의) 접선방향의 가압 기체 공급물 (85) 포트는 폐쇄 단부 (62)로부터의 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80) 및 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)의 내부 원통형 챔버 (65) 다운스트림의 둘레 (67)를 따라 배치되고; 상기 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (P) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입되고; 상기 이소 사이드 (I) 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (I) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입되고; 여기서 내부 원통형 챔버로의 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분의 조합된 질량 유량은 1 내지 500 g/s (바람직하게는, 2 내지 40 g/s; 더 바람직하게는, 2 내지 25 g/s)이고; 상기 폴리 사이드 (P) 액체 성분, 이소 사이드 (I) 액체 성분 및 가압 기체는 내부 원통형 챔버 (65) 내에서 상호혼합되어 조합물을 형성하고; 상기 가압 기체는 150 내지 1,500 kPa의 공급 압력으로 적어도 하나의 (바람직하게는, 적어도 2개의) 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입되고; 여기서 가압 기체의 내부 원통형 챔버 (65) 내로의 유입구 속도는 20 °C 및 1 atm 압력에서 이상 기체 조건에 기초하여 계산된 50 내지 600 m/s, 또는 바람직하게는 75 내지 350 m/s이고; 5 내지 1,000 m/sec, 또는, 바람직하게는, 10 내지 600 m/sec 또는, 더 바람직하게는, 15 내지 450 m/sec의 속도로 제1 연마층 성분 (32)의 연마면 (37)을 향하여 내부 원통형 챔버 (65)의 개방 단부 (68)로부터 조합물을 배출하여, 복수 개의 주기적 요홈 (40)에 조합물을 충전하는 단계; 복수 개의 주기적 요홈 (40) 내의 제2 연마층 성분 (45)으로서 조합물을 고화시켜 복합 구조체 (58)를 형성하는 단계; 여기서 제2 연마층 성분 (45)은 제2 비-탈루성 폴리머 상 (50)이고; 그리고 복합 구조체 (58)로부터 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)을 유도하는 단계, 상기 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 제1 연마층 성분 (32)의 연마면 (37) 상에 연마 표면 (95)을 가지고; 그리고 상기 연마 표면 (95)은 기판을 연마하기 위해 적용됨. (도 1-14 참조).

[0027] 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 8 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체와 경화제의 반응 생성물을 포함한다. 더 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 8.75 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체 및 제1 연속상 경화제의 반응 생성물을 포함한다. 더 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 9.0 내지 9.25 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체 및 제1 연속상 경화제의 반응 생성물을 포함한다.

[0028] 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 8 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체 및 제1 연속상 경화제의 반응 생성물이고; 상기 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체는 제1 연속상 폴리이소시아네이트 (바람직하게는, 디이소시아네이트)와 제1 연속상 폴리올과의 상호작용으로부터 유도되고; 상기 제1 연속상 폴리올은 디올, 폴리올, 폴리올 디올, 그것의 코폴리머 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 제1 연속상 폴리올은 폴리테트라메틸렌 에테르 글리콜 (PTMEG); PTMEG와 폴리프로필렌 글리콜 (PPG)의 블렌드; 및 저분자량 디올 (예를 들면, 1,2-부탄디올; 1,3-부탄디올; 1,4-부탄디올)과의 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다.

[0029] 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 8 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체와 경화제의 반응 생성물을 포함한다.

아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체 및 제1 연속상 경화제의 반응 생성물이고; 상기 제1 연속상 경화제는 제1 연속상 폴리아민이다. 바람직하게는, 제1 연속상 폴리아민은 방향족 폴리아민이다. 더 바람직하게는, 제1 연속상 폴리아민은 4,4'-메틸렌-비스-o-클로로아닐린 (MBOCA), 4,4'-메틸렌-비스-(3-클로로-2,6-디에틸아닐린) (MCDEA); 디메틸티오톨루엔디아민; 트리메틸렌글리콜 디-p-아미노벤조에이트; 폴리테트라메틸렌옥사이드 디-p-아미노벤조에이트; 폴리테트라메틸렌옥사이드 모노-p-아미노벤조에이트; 폴리프로필렌옥사이드 디-p-아미노벤조에이트; 폴리프로필렌옥사이드 모노-p-아미노벤조에이트; 1,2-비스(2-아미노페닐티오)에탄; 4,4'-메틸렌-비스-아닐린; 디에틸톨루엔디아민; 5-tert-부틸-2,4-톨루엔디아민; 3-tert-부틸-2,6-톨루엔디아민; 5-tert-아밀-2,4-톨루엔디아민; 3-tert-아밀-2,6-톨루엔디아민; 5-tert-아밀-2,4-클로로톨루엔디아민; 및 3-tert-아밀-2,6-클로로톨루엔디아민으로 이루어진 군으로부터 선택되는 방향족 폴리아민이다. 가장 바람직하게는, 제1 연속상 폴리아민은 4,4'-메틸렌-비스-o-클로로아닐린 (MBOCA)이다.

[0030] 상업적으로 이용가능한 PTMEG계 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체의 예는 Imuthane<sup>®</sup> 예비중합체 (COIM USA, Inc. 사제, 예컨대, PET-80A, PET-85A, PET-90A, PET-93A, PET-95A, PET-60D, PET-70D, PET-75D); Adiprene<sup>®</sup> 예비중합체 (Chemtura 사제, 예컨대, LF 800A, LF 900A, LF 910A, LF 930A, LF 931A, LF 939A, LF 950A, LF 952A, LF 600D, LF 601D, LF 650D, LF 667, LF 700D, LF750D, LF751D, LF752D, LF753D 및 L325); Andur<sup>®</sup> 예비중합체 (Anderson Development Company 사제, 예컨대, 70APLF, 80APLF, 85APLF, 90APLF, 95APLF, 60DPLF, 70APLF, 75APLF)를 포함한다.

[0031] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 제1 연속상 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체는 0.1 wt% 미만의 유리 톨루엔 디이소시아네이트 (TDI) 모노머 함량을 갖는 저급 유리 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체(low free isocyanate terminated urethane prepolymer)이다.

[0032] 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 다공성 및 비다공성 (즉, 미충전된) 구조 모두로 제공될 수 있다. 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 ASTM D1622에 따라 측정된 0.5 이상의 비중을 가진다. 더 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 ASTM D1622에 따라 측정되는 바와 같은 0.5 내지 1.2 (더욱 더 바람직하게는, 0.55 내지 1.1; 가장 바람직하게는 0.6 내지 0.95)의 비중을 가진다.

[0033] 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 ASTM D2240에 따라 측정된 바와 같은 40 내지 90의 쇼어 D 경도를 가진다. 더 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 ASTM D2240에 따라 측정된 바와 같은 50 내지 75의 쇼어 D 경도를 가진다. 가장 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 ASTM D2240에 따라 측정된 바와 같은 55 내지 70의 쇼어 D 경도를 가진다.

[0034] 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 다공성이다. 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상은 복수 개의 미량원소를 포함한다. 바람직하게는, 복수 개의 미량원소는 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)에 걸쳐 균일하게 분산된다. 바람직하게는, 복수 개의 미량원소는 포집된 기체 기체, 중공 코어 폴리머 물질, 액체 충전된 중공 코어 폴리머 물질, 수용성 물질 및 불용성 상 물질 (예를 들면, 미네랄 오일)로부터 선택된다. 바람직하게는, 복수 개의 미량원소는 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)에 걸쳐 균일하게 분산된 포집된 기체 기체 및 중공 코어 폴리머 물질로부터 선택된다. 더 바람직하게는, 복수 개의 미량원소는 150  $\mu\text{m}$  미만 (더 바람직하게는 50  $\mu\text{m}$  미만; 가장 바람직하게는 10 내지 50  $\mu\text{m}$ )의 중량 평균 직경을 가진다. 바람직하게는, 복수 개의 미량원소는 폴리아크릴로니트릴 또는 폴리아크릴로니트릴 코폴리머 (예를 들면, Akzo Nobel로부터의 Expancel<sup>®</sup>)의 겹질 벽을 갖는 폴리머 미세중공구체(microballoon)를 포함한다. 바람직하게는, 복수 개의 미량원소는 0 내지 58 부피% 다공성 (더 바람직하게는, 1 내지 58 부피%; 가장 바람직하게는, 10 내지 35 부피% 다공성)으로 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)으로 포함된다. 바람직하게는, 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)은 6 부피% 이하 (더 바람직하게는, 5 부피% 이하; 더욱더 바람직하게는, 4 부피% 이하; 가장 바람직하게는, 3 부피% 이하)인 개방 셀 다공성을 가진다.

[0035] 바람직하게는, 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)의 제조 방법에서 제공되는 제1 연마층 성분 (32)은 기저 표면 (35)으로부터 연마면 (37)까지의 연마면 (37)에 대해 법선방향으로 측정된 제1 성분 두께,  $T_1$ 을 가진다. 바람직하게는, 제1 연마층 성분 (32)은 기저 표면 (35)으로부터 연마면 (37)까지의 연마면 (37)에 대해 법선방향으로 측정된 제1 성분 평균 두께,  $T_{1-평균}$ 를 가진다. 더 바람직하게는, 제1 연마층 성분 (32)은 20 내지 150 mils (더 바람직하게는, 30 내지 125 mils; 가장 바람직하게는 40 내지 120 mils)의 제1 성분 평균 두께,  $T_{1-평균}$ 를 가진다. (도 2 및 4-5 참조).

- [0036] 바람직하게는, 제1 연마층 성분 (32)은 연마 표면 (37)으로부터 기저 표면 방향으로의 연마면 (37)에 대해 법선 방향으로 측정된 깊이,  $D$ 를 가지는 복수 개의 주기적 요홈 (40)을 가진다. 바람직하게는, 복수 개의 주기적 요홈 (40)은 평균 깊이,  $D_{\text{평균}}$ 를 가지고; 여기서  $D_{\text{평균}} < T_{1-\text{평균}}$ 이다. 더 바람직하게는, 복수 개의 주기적 요홈 (40)은 평균 깊이,  $D_{\text{평균}}$ 를 가지고; 여기서  $D_{\text{평균}} \leq 0.5 * T_{1-\text{평균}}$  (더 바람직하게는,  $D_{\text{평균}} \leq 0.4 * T_{1-\text{평균}}$ ; 가장 바람직하게는,  $D_{\text{평균}} \leq 0.375 * T_{1-\text{평균}}$ )이다. (도 4-5 참조).
- [0037] 바람직하게는, 복수 개의 주기적 요홈 (40)은 곡선형 요홈, 선형 요홈 및 이들의 조합으로부터 선택된다.
- [0038] 바람직하게는, 제1 연마층 성분은 복수 개의 주기적 요홈을 가지고, 상기 복수 개의 주기적 요홈은 한 군의 적어도 2개의 동심원의 요홈이다. 바람직하게는, 적어도 2개의 동심원의 요홈은 15 mils 이상 (바람직하게는, 15 내지 40 mils; 더 바람직하게는, 25 내지 35 mils; 가장 바람직하게는, 30 mils)의 평균 요홈 깊이,  $D_{\text{평균}}$ , 5 mils 이상 (바람직하게는, 5 내지 150 mils; 더 바람직하게는, 10 내지 100 mils; 가장 바람직하게는, 15 내지 50 mils)의 폭, 및 10 mils 이상 (바람직하게는, 25 내지 150 mils; 더 바람직하게는, 50 내지 100 mils; 가장 바람직하게는, 60 내지 80 mils)의 피치를 가진다. 바람직하게는, 적어도 2개의 동심원의 요홈은 폭 및 피치를 가지고, 상기 폭 및 피치는 동일하다.
- [0039] 바람직하게는, 복수 개의 주기적 요홈 (40)은 복수 개의 분리된 주기적 요홈 및 복수 개의 상호연결된 주기적 요홈으로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다. 바람직하게는, 복수 개의 주기적 요홈이 복수 개의 분리된 주기적 요홈인 경우, 제2 비-탈루성 폴리머 상은 제2 비-탈루성 폴리머 불연속상이다. 바람직하게는, 복수 개의 주기적 요홈이 복수 개의 상호연결된 주기적 요홈인 경우, 제2 비-탈루성 폴리머 상은 제2 비-탈루성 폴리머 연속상이다.
- [0040] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65)를 가진다. 바람직하게는, 내부 원통형 챔버 (65)는 폐쇄 단부 (62) 및 개방 단부 (68)를 가진다. 바람직하게는, 폐쇄 단부 (62) 및 개방 단부 (68) 각각은 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)에 실질적으로 수직하다. 더 바람직하게는, 폐쇄 단부 (62) 및 개방 단부 (68) 각각은 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)에 본질적으로 수직하다. 가장 바람직하게는, 폐쇄 단부 (62) 및 개방 단부 (68) 각각은 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)에 수직하다. (도 6-8 참조).
- [0041] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 대칭축 (70)을 갖는 내부 원통형 챔버 (65)를 가지고, 여기서 개방 단부 (68)는 원형 개구 (69)를 가진다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 대칭축 (70)을 갖는 내부 원통형 챔버 (65)를 가지고, 여기서 개방 단부 (68)는 원형 개구 (69)를 가지고; 그리고 상기 원형 개구 (69)는 내부 원통형 챔버 (65)와 동일 중심을 가진다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 대칭축 (70)을 갖는 내부 원통형 챔버 (65)를 가지고, 여기서 개방 단부 (68)는 원형 개구 (69)를 가지고; 그리고 상기 원형 개구 (69)는 내부 원통형 챔버 (65)와 동일 중심을 가지고; 그리고, 상기 원형 개구 (69)는 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)에 수직하다. 바람직하게는, 원형 개구 (69)는 1 내지 10 mm (더 바람직하게는, 1.5 내지 7.5 mm; 더욱 더 바람직하게는 2 내지 6 mm; 가장 바람직하게는, 2.5 내지 3.5 mm)의 직경을 가진다. (도 6-8 참조).
- [0042] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)를 가진다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)를 가진다. 바람직하게는, 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)가 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)를 가지는 경우, 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에 균일하게 배치된다. 더 바람직하게는, 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)가 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)를 가지는 경우, 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에 균일하게 배치되고, 내부 원통형 챔버 (65)의 폐쇄 단부 (62)로부터와 동일한 거리에 놓여 있다. 바람직하게는, 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트는 0.05 내지 3 mm (바람직하게는, 0.1 내지 0.1 mm; 더 바람직하게는, 0.15 내지 0.5 mm)의 내부 직경을 갖는 오리피스스를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방된다. 바람직하게는, 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)으로 향한다. 더 바람직하게는, 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)으로 향하고, 이에



본질적으로 수직하다. 가장 바람직하게는, 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)으로 향하고, 이에 수직하다.

[0043] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가진다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가진다. 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)가 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가지는 경우, 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에 균일하게 배치된다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)가 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가지는 경우, 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에 균일하게 배치되고, 내부 원통형 챔버 (65)의 폐쇄 단부 (62)로부터 동일한 거리에 놓여 있다. 바람직하게는, 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트는 0.05 내지 3 mm (바람직하게는, 0.1 내지 0.1 mm; 더 바람직하게는, 0.15 내지 0.5 mm)의 내부 직경을 갖는 오리피스를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있다. 바람직하게는, 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트는 0.05 내지 1 mm (바람직하게는, 0.1 내지 0.75 mm; 더 바람직하게는, 0.15 내지 0.5 mm)의 내부 직경을 갖는 오리피스를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있다. 바람직하게는, 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)을 향한다. 더 바람직하게는, 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)을 향하고 이에 본질적으로 수직하다. 가장 바람직하게는, 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)을 향하고 이에 수직하다.

[0044] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가지고; 상기 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에 균일하게 배치되어 있다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가지고; 상기 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 주변에 균일하게 배치되어 있고, 내부 원통형 챔버 (65)의 폐쇄 단부 (62)로부터 동일한 거리에 놓여 있다.

[0045] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가진다. 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)가 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가지는 경우, 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에 균일하게 배치되어 있고, 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에 균일하게 배치되어 있다. 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)가 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가지는 경우, (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에서 교대된다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)가 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가지는 경우, (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)가 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에서 교대되고 균일하게 이격되어 있다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)가 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 가지는 경우; (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)가 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에서 교대되고 균일하게 이격되어 있고; 그리고 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)는 모두 내부 원통형 챔버 (65)의 폐쇄 단부 (62)로부터 동일한 거리에 놓여 있다.

- [0046] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65)로 개방되어 있는 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 가진다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65)로 개방되어 있는 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 가지고; 상기 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)는 폐쇄 단부 (62)로부터의 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80) 및 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)의 내부 원통형 챔버 (65) 다운스트림의 둘레를 따라 배치되어 있다. 더욱더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65)로 개방되어 있는 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 가지고; 상기 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)는 폐쇄 단부 (62)로부터의 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80) 및 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)의 내부 원통형 챔버 (65) 다운스트림의 둘레를 따라 배치되어 있다. 한편 더욱더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65)로 개방되어 있는 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 가지고; 상기 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)는 폐쇄 단부 (62)로부터의 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80) 및 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)의 내부 원통형 챔버 (65) 다운스트림의 둘레를 따라 배치되어 있고; 그리고, 상기 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에 균일하게 배치되어 있다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 가지고; 상기 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)는 폐쇄 단부 (62)로부터의 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80) 및 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)의 내부 원통형 챔버 (65) 다운스트림의 둘레를 따라 배치되어 있고; 그리고 상기 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)는 내부 원통형 챔버 (65)의 둘레 (67) 주변에 균일하게 배치되어 있고; 내부 원통형 챔버 (65)의 폐쇄 단부 (62)로부터 동일한 거리에 놓여 있다. 바람직하게는, 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트는 0.1 내지 5 mm (바람직하게는, 0.3 내지 3 mm; 더 바람직하게는, 0.5 내지 2 mm)의 임계 치수를 갖는 오리피스 를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있다. 바람직하게는, 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 내부 원통형 챔버 (65)의 내부 둘레에 접선방향으로 향한다. 더 바람직하게는, 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 내부 원통형 챔버의 내부 둘레에 접선 방향으로 향하고, 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)에 대해 본질적으로 수직한 평면 상에 놓여 있다. 가장 바람직하게는, 적어도 하나의 접선방향의 가압 기체 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 내부 원통형 챔버의 내부 둘레에 접선 방향으로 향하고, 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)에 대해 수직한 평면 상에 놓여 있다.
- [0047] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 (P) 사이드 폴리올, (P) 사이드 폴리아민 및 (P) 사이드 알코올 아민 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0048] 바람직하게는, (P) 사이드 폴리올은 디올, 폴리올, 폴리올 디올, 그것의 코폴리머 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더 바람직하게는, (P) 사이드 폴리올은 폴리에테르 폴리올 (예를 들면, 폴리(옥시테트라 메틸렌)글리콜, 폴리(옥시프로필렌)글리콜 및 이들의 혼합물); 폴리카보네이트 폴리올; 폴리에스테르 폴리올; 폴리카프로락톤 폴리올; 이들의 혼합물; 및, 에틸렌 글리콜; 1,2-프로필렌 글리콜; 1,3-프로필렌 글리콜; 1,2-부탄디올; 1,3-부탄디올; 2-메틸-1,3-프로판디올; 1,4-부탄디올; 네오펜틸 글리콜; 1,5-펜탄디올; 3-메틸-1,5-펜탄디올; 1,6-헥산디올; 디에틸렌 글리콜; 디프로필렌 글리콜; 및, 트리프로필렌 글리콜로 이루어진 군 으로부터 선택되는 하나 이상의 저분자량 폴리올과 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더욱더 바람 직하게는, 적어도 하나의 (P) 사이드 폴리올은 폴리테트라메틸렌 에테르 글리콜 (PTMEG); 에스테르계 폴리올 (예컨대 에틸렌 아디페이트, 부틸렌 아디페이트); 폴리프로필렌 에테르 글리콜 (PPG); 폴리카프로락톤 폴리올; 그것의 코폴리머; 및, 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다.
- [0049] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 사용되는 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 적어도 하나의 (P) 사이드 폴리올을 함유하고; 상기 적어도 하나의 (P) 사이드 폴리올은 2,500 내지 100,000의 수평균 분자량,  $M_n$ 을 가지는 고분자 량 폴리올을 포함한다. 더 바람직하게는, 사용되는 고분자량 폴리올은 5,000 내지 50,000 (더욱더 바람직하게는 7,500 내지 25,000; 가장 바람직하게는 10,000 내지 12,000)의 수평균 분자량,  $M_n$ 을 가진다.
- [0050] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 사용되는 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 적어도 하나의 (P) 사이드 폴리올을 함유하고; 상기 적어도 하나의 (P) 사이드 폴리올은 분자당 평균 3 내지 10개의 하이드록실기를 가지는 고분자 량 폴리올을 포함한다. 더 바람직하게는, 사용되는 고분자량 폴리올은 분자당 평균 4 내지 8개 (더욱더 바람직



하계는 5 내지 7개; 가장 바람직하게는 6개)의 하이드록실기를 가진다.

[0051]

상업적으로 이용가능한 고분자량 폴리올의 예는 Specflex® 폴리올, Voranol® 폴리올 및 Voralux® 폴리올 (Dow Chemical Company 사제); Multranol® 스페셜티 폴리올 및 Ultracel® 플렉서블 폴리올 (Bayer MaterialScience LLC 사제); 및 Pluracol® 폴리올 (BASF 사제)을 포함한다. 수많은 바람직한 고분자량 폴리올은 표 1에 열거되어 있다.

[0052]

**표 1**

고분자량 폴리올	분자당 OH 기의 개수	M <sub>N</sub>	하이드록실 가 (mg KOH/g)
Multranol® 3901 폴리올	3.0	6,000	28
Pluracol® 1385 폴리올	3.0	3,200	50
Pluracol® 380 폴리올	3.0	6,500	25
Pluracol® 1123 폴리올	3.0	7,000	24
ULTRACEL® 3000 폴리올	4.0	7,500	30
SPECFLEX® NC630 폴리올	4.2	7,602	31
SPECFLEX® NC632 폴리올	4.7	8,225	32
VORALUX® HF 505 폴리올	6.0	11,400	30
MULTRANOL® 9185 폴리올	6.0	3,366	100
VORANOL® 4053 폴리올	6.9	12,420	31

[0053]

[0054]

바람직하게는, (P) 사이드 폴리아민은 디아민 및 다른 다작용성 아민으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더 바람직하게는, (P) 사이드 폴리아민은 방향족 디아민 및 다른 다작용성 방향족 아민; 예컨대, 예를 들면, 4,4'-메틸렌-비스-o-클로로아닐린 ("MOCA"); 4,4'-메틸렌-비스-(3-클로로-2,6-디에틸아닐린) ("MCDEA"); 디메틸티오텐루엔디아민; 트리메틸렌글리콜 디-p-아미노벤조에이트; 폴리테트라메틸렌옥사이드 디-p-아미노벤조에이트; 폴리테트라메틸렌옥사이드 모노-p-아미노벤조에이트; 폴리프로필렌옥사이드 디-p-아미노벤조에이트; 폴리프로필렌옥사이드 모노-p-아미노벤조에이트; 1,2-비스(2-아미노페닐티오)에탄; 4,4'-메틸렌-비스-아닐린; 디에틸톨루엔디아민; 5-tert-부틸-2,4-톨루엔디아민; 3-tert-부틸-2,6-톨루엔디아민; 5-tert-아밀-2,4-톨루엔디아민; 및 3-tert-아밀-2,6-톨루엔디아민 및 클로로톨루엔디아민으로 이루어진 군으로부터 선택된다.

[0055]

바람직하게는, (P) 사이드 알코올 아민은 아민 개시된 폴리올로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더 바람직하게는, (P) 사이드 알코올 아민은 분자당 1 내지 4 (더욱 더 바람직하게는, 2 내지 4; 가장 바람직하게는, 2)개의 질소 원자를 함유하는 아민 개시된 폴리올로 이루어진 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, (P) 사이드 알코올 아민은 분자당 평균 적어도 3개의 하이드록실기를 갖는 아민 개시된 폴리올로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더 바람직하게는, (P) 사이드 알코올 아민은 분자당 평균 3 내지 6 (더욱더 바람직하게는, 3 내지 5; 가장 바람직하게는, 4)개의 하이드록실기를 갖는 아민 개시된 폴리올로 이루어진 군으로부터 선택된다. 특히 바람직한 아민 개시된 폴리올은 700 이하 (바람직하게는, 150 내지 650; 더 바람직하게는, 200 내지 500; 가장 바람직하게는 250 내지 300)의 수평균 분자량, M<sub>N</sub>를 가지고, 350 내지 1,200 mg KOH/g의 (ASTM 시험 방법 D4274-11에 의해 결정된 바와 같은) 하이드록실가를 가진다. 더 바람직하게는, 사용되는 아민 개시된 폴리올은 400 내지 1,000 mg KOH/g (가장 바람직하게는 600 내지 850 mg KOH/g)의 하이드록실가를 가진다. 상업적으로 이용가능한 아민 개시된 폴리올의 예는 아민 개시된 폴리올의 Voranol® 류 (Dow Chemical Company 사제); Quadrol® 스페셜티 폴리올 (N,N,N',N'-테트라키스(2-하이드록시프로필 에틸렌 디아민))(BASF 사제); Pluracol® 아민계 폴리올 (BASF 사제); Multranol® 아민계 폴리올 (Bayer MaterialScience LLC 사제); 트리이소프로판올아민 (TIPA) (Dow Chemical Company 사제); 및, 트리에탄올아민 (TEA) (Mallinckrodt Baker Inc. 사제)을 포함한다. 수많은 바람직한 아민 개시된 폴리올이 표 2에 열거되어 있다.

[0056] 표 2

아민 개시된 폴리올	분자당 OH 기의 개수	M <sub>N</sub>	하이드록실 가 (mg KOH/g)
트리에탄올아민	3	149	1130
트리아이소프로판올아민	3	192	877
MULTRANOL® 9138 폴리올	3	240	700
MULTRANOL® 9170 폴리올	3	481	350
VORANOL® 391 폴리올	4	568	391
VORANOL® 640 폴리올	4	352	638
VORANOL® 800 폴리올	4	280	801
QUADROL® 폴리올	4	292	770
MULTRANOL® 4050 폴리올	4	356	630
MULTRANOL® 4063 폴리올	4	488	460
MULTRANOL® 8114 폴리올	4	568	395
MULTRANOL® 8120 폴리올	4	623	360
MULTRANOL® 9181 폴리올	4	291	770
VORANOL® 202 폴리올	5	590	475

[0057]

[0058]

바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (P) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다. 더 바람직하게는, 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 8,000 내지 20,000 kPa의 (P) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다. 가장 바람직하게는, 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 10,000 내지 17,000 kPa의 (P) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다.

[0059]

바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 이소 사이드 (I) 액체 성분은 적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트를 포함한다. 바람직하게는, 적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트는 2개의 반응성 이소시아네이트기 (즉, NCO)를 함유한다.

[0060]

바람직하게는, 적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트는 지방족 다작용성 이소시아네이트, 방향족 다작용성 이소시아네이트 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더 바람직하게는, 다작용성 이소시아네이트는 2,4-톨루엔 디이소시아네이트; 2,6-톨루엔 디이소시아네이트; 4,4'-디페닐메탄 디이소시아네이트; 나프탈렌-1,5-디이소시아네이트; 톨리딘 디이소시아네이트; 파라-페닐렌 디이소시아네이트; 크실릴렌 디이소시아네이트; 이소포론 디이소시아네이트; 헥사메틸렌 디이소시아네이트; 4,4'-디사이클로헥실메탄 디이소시아네이트; 사이클로헥산디이소시아네이트; 및, 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 디이소시아네이트이다. 더욱더 바람직하게는, 적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트는 디이소시아네이트와 예비중합체 폴리올의 반응에 의해 형성된 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체이다.

[0061]

바람직하게는, 적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트는 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체이고; 상기 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체는 2 내지 12 wt%의 미반응된 이소시아네이트 (NCO)기를 가진다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체는 2 내지 10 wt% (더욱더 바람직하게는 4 내지 8 wt%; 가장 바람직하게는 5 내지 7 wt%)의 미반응된 이소시아네이트 (NCO)기를 가진다.

[0062]

바람직하게는, 사용되는 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체는 디이소시아네이트와 예비중합체 폴리올의 반응 생성물이고; 상기 예비중합체 폴리올은 디올, 폴리올, 폴리올 디올, 그것의 코폴리머 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더 바람직하게는, 예비중합체 폴리올은 폴리에테르 폴리올 (예를 들면, 폴리(옥시테트라메틸렌)글리콜, 폴리(옥시프로필렌)글리콜 및 이들의 혼합물); 폴리카보네이트 폴리올; 폴리에스테르 폴리올; 폴리카프로락톤 폴리올; 이들의 혼합물; 및 에틸렌 글리콜; 1,2-프로필렌 글리콜; 1,3-프로필렌 글리콜; 1,2-부탄디올; 1,3-부탄디올; 2-메틸-1,3 프로판디올; 1,4-부탄디올; 네오펜틸 글리콜; 1,5-펜탄디올; 3-메틸-1,5 펜탄디올; 1,6-헥산디올; 디에틸렌 글리콜; 디프로필렌 글리콜; 및, 트리프로필렌 글리콜로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 저분자량 폴리올과의 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더욱더

바람직하게는, 예비중합체 폴리올은 폴리테트라메틸렌 에테르 글리콜 (PTMEG); 에스테르계 폴리올 (예컨대 에틸렌 아디페이트, 부틸렌 아디페이트); 폴리프로필렌 에테르 글리콜 (PPG); 폴리카프로락톤 폴리올; 그것의 코폴리머; 및, 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다. 가장 바람직하게는, 예비중합체 폴리올은 PTMEG 및 PPG로 이루어진 군으로부터 선택된다.

[0063] 바람직하게는, 예비중합체 폴리올이 PTMEG인 경우, 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체는 2 내지 10 wt% (더 바람직하게는 4 내지 8 wt%; 가장 바람직하게는 6 내지 7 wt%)의 미반응된 이소시아네이트 (NCO) 농도를 가진다. 시판되는 PTMEG계 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체의 예는 Imuthane® 예비중합체 (COIM USA, Inc. 사제, 예컨대, PET-80A, PET-85A, PET-90A, PET-93A, PET-95A, PET-60D, PET-70D, PET-75D); Adiprene® 예비중합체 (Chemtura 사제, 예컨대, LF 800A, LF 900A, LF 910A, LF 930A, LF 931A, LF 939A, LF 950A, LF 952A, LF 600D, LF 601D, LF 650D, LF 667, LF 700D, LF750D, LF751D, LF752D, LF753D 및 L325); Andur® 예비중합체 (Anderson Development Company 사제, 예컨대, 70APLF, 80APLF, 85APLF, 90APLF, 95APLF, 60DPLF, 70APLF, 75APLF)를 포함한다.

[0064] 바람직하게는, 예비중합체 폴리올이 PPG인 경우, 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체가 3 내지 9 wt% (더 바람직하게는 4 내지 8 wt%, 가장 바람직하게는 5 내지 6 wt%)의 미반응된 이소시아네이트 (NCO) 농도를 가진다. 시판되는 PPG계 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체의 예는 Imuthane® 예비중합체 (COIM USA, Inc. 사제, 예컨대, PPT-80A, PPT-90A, PPT-95A, PPT-65D, PPT-75D); Adiprene® 예비중합체 (Chemtura 사제, 예컨대, LFG 963A, LFG 964A, LFG 740D); 및, Andur® 예비중합체 (Anderson Development Company 사제, 예컨대, 8000APLF, 9500APLF, 6500DPLF, 7501DPLF)을 포함한다.

[0065] 바람직하게는, 본 발명의 방법에 사용되는 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체는 0.1 wt% 미만의 유리 톨루엔 디이소시아네이트 (TDI) 모노머 함량을 갖는 저급 유리 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체이다.

[0066] 또한, 비-TDI계 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체가 본 발명의 방법에 사용될 수 있다. 예를 들면, 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체는 4,4'-디페닐메탄 디이소시아네이트 (MDI) 및 폴리올 예컨대 폴리테트라메틸렌 글리콜 (PTMEG)과 허용되는 임의의 디올 예컨대 1,4-부탄디올 (BDO)의 반응에 의해 형성된 것을 포함한다. 이와 같은 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체가 사용되는 경우, 미반응된 이소시아네이트 (NCO) 농도는 바람직하게는 4 내지 10 wt% (더 바람직하게는 4 내지 8 wt%, 가장 바람직하게는 5 내지 7 wt%)이다. 본 카테고리에서 시판되는 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체의 예는 Imuthane® 예비중합체 (COIM USA, Inc. 사제 예컨대 27-85A, 27-90A, 27-95A); Andur® 예비중합체 (Anderson Development Company 사제, 예컨대, IE75AP, IE80AP, IE 85AP, IE90AP, IE95AP, IE98AP); Vibrathane® 예비중합체 (Chemtura 사제, 예컨대, B625, B635, B821); Isonate® 개질된 예비중합체 (Dow Chemical Company 사제, 예컨대, 18.7% NCO를 갖는 Isonate® 240, 23% NCO를 갖는 Isonate® 181, 29.2% NCO를 갖는 Isonate® 143L); 및, 폴리머 MDI (Dow Chemical Company 사제, 예컨대, PAPI® 20, 27, 94, 95, 580N, 901)를 포함한다.

[0067] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 이소 사이드 (I) 액체 성분은 6,895 내지 27,600 kPa의 (I) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다. 더 바람직하게는, 이소 사이드 (I) 액체 성분은 8,000 내지 20,000 kPa의 (I) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다. 가장 바람직하게는, 이소 사이드 (I) 액체 성분은 10,000 내지 17,000 kPa의 (I) 사이드 충전 압력으로 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다.

[0068] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분 중 적어도 하나는 임의로 추가의 액체 물질을 함유할 수 있다. 예를 들면, 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분 중 적어도 하나는 발포제 (예를 들면, 카바메이트 발포제 예컨대 Specflex™ NR 556 CO<sub>2</sub>/지방족 아민 부가물, Dow Chemical Company 사제); 촉매 (예를 들면, 3차 아민 촉매 예컨대 Dabco® 33LV 촉매, Air Products, Inc. 사제; 및 주식 촉매 예컨대 Fomrez® 주식 촉매, Momentive 사제); 및 계면활성제 (예를 들면, Tegostab® 실리콘 계면활성제, Evonik 사제)로 이루어진 군으로부터 선택되는 액체 물질을 함유할 수 있다. 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 추가의 액체 물질을 함유한다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 추가의 액체 물질을 함유하고; 상기 추가의 액체 물질은 촉매 및 계면활성제 중 적어도 하나이다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 폴리 사이드

(P) 액체 성분은 촉매 및 계면활성제를 함유한다.

- [0069] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 사용되는 가압 기체는 이산화탄소, 질소, 공기 및 아르곤으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더 바람직하게는, 사용되는 가압 기체는 이산화탄소, 질소 및 공기로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더욱더 바람직하게는, 사용되는 가압 기체는 질소 및 공기로 이루어진 군으로부터 선택된다. 가장 바람직하게는, 사용되는 가압 기체는 공기이다.
- [0070] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 사용되는 가압 기체는 10 ppm 이하의 수분 함량을 가진다. 더 바람직하게는, 사용되는 가압 기체는 1 ppm 이하의 수분 함량을 가진다. 더욱더 바람직하게는, 사용되는 가압 기체는 0.1 ppm 이하의 수분 함량을 가진다. 가장 바람직하게는, 가압 기체는 0.01 ppm 이하의 수분 함량을 가진다.
- [0071] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 가압 기체는 유입구 속도를 갖는 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 도입되고, 상기 유입구 속도는 20℃ 및 1 atm 압력에서 이상 기체 조건을 기준으로 계산된 50 내지 600 m/s, 또는, 바람직하게는, 75 내지 350 m/s이다. 이론에 구속됨 없이, 유입구 속도가 너무 낮은 경우, 주형 내에 침착되는 연마층은 바람직하지 않은 균열이 발생할 가능성이 증가한다는 것을 주지한다.
- [0072] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 가압 기체는 150 내지 1,500 kPa의 공급 압력으로 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 통해 내부 원통형 챔버 (65)로 주입된다. 더 바람직하게는, 가압 기체는 350 내지 1,000 kPa의 공급 압력으로 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다. 가장 바람직하게는, 가압 기체는 550 내지 830 kPa의 공급 압력으로 적어도 2개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트 (85)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다.
- [0073] 바람직하게는, 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드 연마층을 형성하는 방법은 하기를 포함한다: 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분을 제공하는 단계; 상기 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분은 0.85 내지 1.15 (더 바람직하게는 0.90 내지 1.10; 가장 바람직하게는 0.95 내지 1.05)의 이소 사이드 (I) 액체 성분 내의 미반응된 이소시아네이트 (NCO)기에 대한 폴리 사이드 (P) 액체 성분의 성분들 중의 반응성 수소기 (즉, 아민 (NH<sub>2</sub>)기 및 하이드록실 (OH)기의 합)의 화학양론적 비로 제공된다.
- [0074] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 내부 원통형 챔버 (65)으로의 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분의 조합된 질량 유량은 1 내지 500 g/s (바람직하게는, 2 내지 40 g/s; 더 바람직하게는, 2 내지 25 g/s)이다.
- [0075] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 내부 원통형 챔버 (65)으로의 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분의 조합된 질량 유량(a)의 합 대 내부 원통형 챔버 (65)으로의 가압 기체의 질량 유량(b) (20 ℃ 및 1 atm 압력에서 이상 기체 조건을 기준으로 계산함)의 비는 46 대 1 이하 (더 바람직하게는, 30 대 1 이하)이다.
- [0076] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 축방향 혼합 장치 (60)에서 형성된 조합물은 10 내지 300 m/sec의 속도로 제1 연마층 성분 (32)의 연마면 (37)을 향해 내부 원통형 챔버 (65)의 개방 단부 (68)로부터 배출되어, 조합물로 복수 개의 주기적 요홈 (40)을 충전하고, 조합물을 고화시켜 복합 구조체 (58)를 형성한다. 더 바람직하게는, 조합물은 제1 연마층 성분 (32)의 연마면 (37)을 향해 z축 (Z)에 대해 평행한 방향으로 10 내지 300 m/sec의 z-성분을 갖는 속도로 축방향 혼합 장치 (60)의 개방 단부 (68)에서의 개구 (69)를 통해 배출하여, 복수 개의 주기적 요홈 (40)을 조합물로 충전하고, 조합물을 고화시켜 복합 구조체 (58)를 형성한다. (도 9 참조).
- [0077] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 조합물은 제1 연마층 성분 (32)의 연마면 (37) 위로 z 차원에서의 높이, E에서 축방향 혼합 장치 (60)의 개방 단부 (68)로부터 배출된다. 더 바람직하게는, 조합물은 높이, E에서 축방향 혼합 장치 (60)의 개방 단부 (68)로부터 배출되고; 상기 평균 높이, E는 2.5 내지 125 cm (더 바람직하게는, 7.5 내지 75 cm; 가장 바람직하게는, 12.5 내지 50 cm)이다. (도 9 참조).
- [0078] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 축방향 혼합 장치에서 형성된 조합물은 5 내지 900 초의 겔화 시간을 가진다. 더 바람직하게는, 축방향 혼합 장치에서 형성된 조합물은 10 내지 600 초의 겔화 시간을 가진다. 가장 바람직하게는, 축방향 혼합 장치에서 형성된 조합물은 15 내지 120 초의 겔화 시간을 가진다.
- [0079] 본 기술분야의 숙련가는 특정 연마 작업용 화학적 기계적 연마 패드 (200)에서 사용하기에 적합한 연마층 두께, T<sub>p</sub>를 가지는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)을 선택하는 것을 이해할 것이다. 바람직하게는, 화학



적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 연마 표면 (95)의 평면 (99)에 대해 수직인 축 (98)에 따른 연마층 평균 두께,  $T_{P-평균}$ 를 가진다. 더 바람직하게는, 연마층 평균 두께,  $T_{P-평균}$ 는 20 내지 150 mils (더 바람직하게는, 30 내지 125 mils; 가장 바람직하게는, 40 내지 120 mils)이다. 가장 바람직하게는, 연마층 평균 두께,  $T_{P-평균}$ 는 제1 성분 평균 두께,  $T_{1-평균}$ 와 동일하다. (도 3 및 10-11 참조).

[0080] 바람직하게는, 제2 연마층 성분 (45)은 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)의 복수 개의 주기적 요홈 (40)을 차지하는 제2 비-탈루성 폴리머 상 (50)이고, 연마층 (90)의 하부 표면 (92)으로부터 연마 표면 (95)을 향하는, 연마 표면 (95)에 대해 법선방향으로 측정된 높이,  $H$ 를 가진다. 바람직하게는, 제2 연마층 성분 (45)은 복수 개의 주기적 요홈 (40)을 차지하는 제2 비-탈루성 폴리머 상 (50)이고, 이는 연마층 (90)의 하부 표면 (92)으로부터 연마 표면 (95)을 향하는, 연마 표면 (95)에 대해 법선방향으로 측정된 평균 높이,  $H_{평균}$ 를 가지고; 여기서 연마층 평균 두께,  $T_{P-평균}$ , 및 평균 높이,  $H_{평균}$  사이의 차이,  $\Delta S$ 의 절대값은  $0.5 \mu m$  이하이다. 더 바람직하게는, 차이,  $\Delta S$ 의 절대값은  $0.2 \mu m$  이하이다. 더욱더 바람직하게는, 차이,  $\Delta S$ 의 절대값은  $0.1 \mu m$  이하이다. 가장 바람직하게는 차이,  $\Delta S$ 의 절대값은  $0.05 \mu m$  이하이다. (예를 들면 도 11 참조).

[0081] 바람직하게는, 제2 연마층 성분 (45)은 제1 연마층 성분 (32)의 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)에서의 복수 개의 주기적 요홈 (40)을 차지하는 제2 비-탈루성 폴리머 상 (50)이고, 상기 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30)과 제2 비-탈루성 폴리머 상 (50) 사이에는 화학 결합이 존재한다. 더 바람직하게는, 제2 비-탈루성 폴리머 상 (50)은 상들 사이의 공유 결합이 깨지지 않는 한 상이 분리될 수 없도록 제1 비-탈루성 폴리머 연속상 (30) 및 제2 비-탈루성 폴리머 상 (50) 사이에 공유 결합이 존재한다.

[0082] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 조합물은 복수 개의 요홈 (40) 내의 제2 연마층 성분 (45)으로서 고화되어 복합 구조체 (58)를 형성하고; 여기서 제2 연마층 성분 (45)은 제2 비-탈루성 폴리머 상 (50)이고; 그리고 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 복합 구조체 (58)로부터 유도되고, 상기 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 제1 연마층 성분 (32)의 연마면 (37) 상에 연마 표면 (95)을 가지고; 여기서 연마 표면 (95)은 기관을 연마하기 위해 적용된다.

[0083] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 복합 구조체 (58)로부터 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)을 유도하는 단계는 추가로 하기를 포함한다: 복합 구조체 (58)를 기계 가공하여 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)을 유도하는 단계. 더 바람직하게는, 복합 구조체 (58)를 기계 가공하여 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)을 유도하는 단계에서, 이와 같이 유도된 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 하부 표면 (92)으로부터 연마 표면 (95)까지의 연마 표면 (95)에 대해 법선방향으로 측정된 연마층 평균 두께,  $T_{P-평균}$ 를 가지고; 상기 제1 성분 평균 두께,  $T_{1-평균}$ 는 연마층 평균 두께,  $T_{P-평균}$ 와 동일하고; 여기서 복수 개의 주기적 요홈을 차지하는 제2 비-탈루성 폴리머 상은 기저 표면 (92)으로부터 연마 표면 (95)을 향하는, 연마 표면 (95)에 대해 법선방향으로 측정된 평균 높이,  $H_{평균}$ 를 가지고; 그리고 여기서 연마층 평균 두께,  $T_{P-평균}$ , 및 평균 높이,  $H_{평균}$  사이의 차이,  $\Delta S$ 의 절대값은  $0.5 \mu m$  이하 (바람직하게는,  $0.2 \mu m$  이하; 더 바람직하게는,  $0.1 \mu m$  이하; 가장 바람직하게는,  $0.05 \mu m$  이하)이다. (예를 들면 도 11 참조).

[0084] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 복합 구조체 (58)는 연삭 (예를 들면 다이아몬드 컨디셔닝 디스크를 사용함); 절단; 밀링 (예를 들면 밀링 기계 상에서의 회전 절단 비트를 사용함); 절삭 (예를 들면, 회전 복합 구조체 (58)에 적용되는 고정식 절단 비트를 사용함) 및 슬라이싱 중 적어도 하나에 의해 기계 가공된다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 복합 구조체 (58)는 밀링 및 절삭 중 적어도 하나에 의해 기계가공되어 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)을 유도한다.

[0085] 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조된 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 기관을 연마하기 위해 적용되고; 상기 기관은 자성 기관, 광학적 기관 및 반도체 기관 중 적어도 하나이다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조된 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 기관을 연마하기 위해 적용되고; 상기 기관은 반도체 기관이다. 가장 바람직하게는 본 발명의 방법을 사용하여 제조된 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 기관을 연마하기 위해 적용되고; 상기 기관은 반도체 웨이퍼이다.

[0086] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 화학적 기계적 연마 패드 연마 복합체 연마층은 연마 표면 내에 형성된 그루브 패턴(groove pattern)을 갖는 연마 표면을 가진다. 바람직하게는, 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 회전시, 하나 이상의 그루브가 연마되는 기관의 표면 상에서 끌려지도록 그루브 패턴은 연마

표면 상에 배치된 하나 이상의 그루브를 포함한다. 바람직하게는, 하나 이상의 그루브는 곡선형 그루브, 선형 그루브 및 이들의 조합으로 이루어진다.

- [0087] 바람직하게는, 그루브 패턴은 복수 개의 그루브를 포함한다. 더 바람직하게는, 그루브 패턴은 그루브 디자인으로부터 선택된다. 바람직하게는, 그루브 디자인은 동심원 그루브 (이는 원형 또는 나선형일 수 있음), 곡선형 그루브, 십자 방격 그루브 (예를 들면, 패드 표면에 걸쳐 X-Y 격자로서 배치됨), 다른 규칙적 디자인 (예를 들면, 육각형, 삼각형), 타이어 트레드 유형 패턴(tire tread type pattern), 불규칙한 디자인 (예를 들면, 프랙탈 패턴(fractal pattern)), 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더 바람직하게는, 그루브 디자인은 무작위 그루브, 동심원 그루브, 나선형 그루브, 십자 방격 그루브, X-Y 격자 그루브, 육각형 그루브, 삼각형 그루브, 프랙탈 그루브 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 가장 바람직하게는, 연마 표면은 그 내에 형성된 나선형 그루브 패턴을 가진다. 그루브 프로파일은 바람직하게는 직선형 측벽을 가진 직사각형으로부터 선택되거나, 그루브 단면은 "V" 형상, "U" 형상, 톱니형, 및 이들의 조합일 수 있다.
- [0088] 바람직하게는, 그루브 패턴은 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 연마 표면 내에 형성된 복수 개의 그루브를 포함하고, 상기 복수 개의 그루브는 곡선형 그루브이다.
- [0089] 바람직하게는, 그루브 패턴은 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 연마 표면 내에 형성된 복수 개의 그루브를 포함하고, 상기 복수 개의 그루브는 동심원 그루브이다.
- [0090] 바람직하게는, 그루브 패턴은 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 연마 표면 내에 형성된 복수 개의 그루브를 포함하고, 상기 복수 개의 그루브는 선형 X-Y 그루브이다.
- [0091] 바람직하게는, 그루브 패턴은 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층의 연마 표면 내에 형성된 복수 개의 그루브를 포함하고, 상기 복수 개의 그루브는 동심원 그루브 및 선형 X-Y 그루브를 포함한다.
- [0092] 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 연마 표면 (95)에서 개방되어 있고, 연마 표면 (95)으로부터 하부 표면 (92)을 향하는, 연마 표면 (95)에 대해 법선방향으로 측정된 연마 표면 (95)으로부터의 그루브 깊이,  $G_{\text{깊이}}$ 를 가지는, 연마 표면 (95) 내에 형성된 적어도 하나의 그루브 (105)를 가진다. 더 바람직하게는, 적어도 하나의 그루브 (105)는 10 mils (바람직하게는, 10 내지 150 mils) 이상의 평균 그루브 깊이,  $G_{\text{깊이-평균}}$ 를 가진다. 더욱더 바람직하게는, 적어도 하나의 그루브 (105)는 복수 개의 주기적 요철의 평균 깊이,  $D_{\text{평균}}$  이하인 평균 그루브 깊이,  $G_{\text{깊이-평균}}$ 를 가진다. 바람직하게는, 적어도 하나의 그루브 (105)는 복수 개의 주기적 요철의 평균 깊이,  $D_{\text{평균}}$  초과인 평균 그루브 깊이,  $G_{\text{깊이-평균}}$ 를 가진다. 바람직하게는, 적어도 하나의 그루브 (105)는 10 mils 이상, 15 mils 이상, 15 내지 150 mils으로부터 선택되는 평균 그루브 깊이,  $G_{\text{깊이-평균}}$ ; 10 mils 이상 및 10 내지 100 mils로부터 선택되는 폭; 및 30 mils 이상, 50 mils 이상, 50 내지 200 mils, 70 내지 200 mils, 및 90 내지 200 mils으로부터 선택되는 피치의 조합을 갖는 적어도 2개의 그루브 (105)를 포함한다. 바람직하게는, 적어도 하나의 그루브 (105)는 (a) 적어도 2개의 동심원 그루브; (b) 적어도 하나의 나선형 그루브; (c) 십자 방격 그루브 패턴; 및 (d) 이들의 조합으로부터 선택된다. (예를 들면, 도 12, 13a 및 13b 참조)
- [0093] 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조되는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 20 내지 150 mils의 연마층 평균 두께,  $T_{\text{P-평균}}$ 를 가진다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조되는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층 (90)은 30 내지 125 mils (더욱더 바람직하게는 40 내지 120 mils; 가장 바람직하게는 50 내지 100 mils)의 연마층 평균 두께,  $T_{\text{P-평균}}$ 를 가진다. (도 3 참조).
- [0094] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 제1 연마층 성분을 제공하는 단계는 추가로 하기를 포함한다: 바닥 (12) 및 둘러싼 벽면 (15)을 갖는 주형 (10)을 제공하는 단계, 상기 바닥 (12) 및 둘러싼 벽면 (15)은 주형 중공부 (20)를 정의함; 8 내지 12 wt%의 미반응된 NCO기를 갖는 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체, 제1 연속상 경화제 및, 임의로, 복수 개의 중공 코어 폴리머 물질을 제공하는 단계; 제1 연속상 이소시아네이트-말단화된 우레탄 예비중합체 및 제1 연속상 경화제를 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계; 상기 혼합물을 주형 중공부 (20)에 붓는 단계; 혼합물을 제1 비-탈루성 폴리머 연속상의 케이프로 고화시키는 단계; 상기 케이프로부터 시트를 유도하는 단계 (바람직하게는, 케이프로부터 복수 개의 시트를 유도하는 단계); 제1 연마층 성분을 제공하기 위해 시트 내의 복수 개의 주기적 요철을 형성하는 단계 (바람직하게는, 복수 개의 제1 연마층 성분을 제공하기 위해 복수 개의 시트 내의 복수 개의 주기적 요철을 형성하는 단계). 더 바람직하게는, 복수 개의 중공 코어 폴리머 물질은 1 내지 58 부피%로 제1 비-탈루성 폴리머 연속상으로 혼입된다. (도 1 참조).



- [0095] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 주형 중공부 (20)는 z-축과 일치하고, 중심점 (21)에서 주형 (10)의 바닥 (12)의 수평 내부 경계 (14)를 가로지르는 중심축,  $C_{\text{축}}$  (22)을 가진다. 바람직하게는, 중심점 (21)은 x-y 평면 (28) 상에 뻗은 단면,  $C_{\text{x-단면}}$  (24)의 기하학적 중심에 위치한다. (도 1 참조).
- [0096] 바람직하게는, x-y 평면 (28) 상에 뻗은 주형 중공부의 단면,  $C_{\text{x-단면}}$  (24)은 임의의 규칙적 또는 불규칙한 2차원 형상일 수 있다. 바람직하게는, 주형 중공부의 단면,  $C_{\text{x-단면}}$  (24)는 다각형 및 타원로부터 선택된다. 더 바람직하게는, 주형 중공부의 단면,  $C_{\text{x-단면}}$  (24)는 평균 반경,  $r_c$ , (바람직하게는, 여기서  $r_c$ 는 20 내지 100 cm이고; 더 바람직하게는, 여기서  $r_c$ 는 25 내지 65 cm이고; 가장 바람직하게는, 여기서  $r_c$ 는 40 내지 60 cm이다)를 갖는 실질적 원형 단면이다. 가장 바람직하게는, 주형 중공부 (20)는 실질적 원형 단면,  $C_{\text{x-단면}}$ 을 갖는 우측 원통형 형상화 영역에 근사하고; 상기 주형 중공부는 주형 중공부의 중심축,  $C_{\text{축}}$ , (22)과 일치하는 대칭축,  $C_{\text{x-대칭}}$  (25)을 가지고; 여기서 우측 원통형 형상화 영역은 하기와 같이 정의되는 단면적,  $C_{\text{x-면적}}$ 을 가진다:
- [0097] 
$$C_{\text{x-면적}} = \pi r_c^2,$$
- [0098] 식 중,  $r_c$ 는 x-y 평면 (28) 상에 뻗은 주형 중공부의 단면적,  $C_{\text{x-면적}}$ 의 평균 반경이고; 그리고 여기서  $r_c$ 는 20 내지 100 cm (더 바람직하게는, 25 내지 65 cm; 가장 바람직하게는, 40 내지 60 cm)이다. (도 1 참조).
- [0099] 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조되는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층은 적어도 하나의 추가의 층과 접합되어 화학적 기계적 연마 패드를 형성할 수 있다. 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조되는 화학적 기계적 연마 패드 복합체 연마층은 스택 접착제 (210)를 사용하여 서브패드 (220)와 접합된다. 바람직하게는, 서브패드 (220)는 개방 셀 폼, 폐쇄 셀 폼, 방직포 물질, 부직포 재료 (예를 들면, 펠트화된, 스펀 결합된, 및 바늘 편직된 물질), 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 물질로 제조된다. 본 기술분야의 숙련가는 서브패드 (220)로서 사용하기 위한 구조 및 서브패드 두께,  $T_s$ 의 적절한 물질을 선택하는 것을 인지하고 있을 것이다. 바람직하게는, 서브패드 (220)는 15 mils 이상 (더 바람직하게는, 30 내지 100 mils; 가장 바람직하게는 30 내지 75 mils)의 서브패드 평균 두께,  $T_{\text{s-평균}}$ 를 가진다. (도 11 참조).
- [0100] 본 기술분야의 숙련가는 화학적 기계적 연마 패드에 사용하기 위한 적절한 스택 접착제를 선택하는 방법을 인지하고 있을 것이다. 바람직하게는, 스택 접착제는 핫 멜트 접착제이다. 더 바람직하게는, 스택 접착제는 반응성 핫 멜트 접착제이다. 더욱더 바람직하게는, 핫 멜트 접착제는 50 내지 150 °C, 바람직하게는 115 내지 135 °C의 미경화된 상태에서의 용융 온도를 나타내고, 용융 이후 90 분 이하의 가사 시간을 나타내는 경화된 반응성 핫 멜트 접착제이다. 가장 바람직하게는, 미경화된 상태에서의 반응성 핫 멜트 접착제는 폴리우레탄 수지 (예를 들면, Mor-Melt™ R5003, Dow Chemical Company 사제)를 포함한다.
- [0101] 바람직하게는, 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드는 연마 기계의 가압판과 접합되도록 적용된다. 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드는 연마 기계의 가압판에 부착되도록 적용된다. 더 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드는 감압성 접착제 및 진공 중 적어도 하나를 사용하여 가압판에 부착될 수 있다.
- [0102] 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드 (200)는 서브패드 (220)에 적용되는 감압성 가압판 접착제 (230)를 포함한다. 본 기술분야의 숙련가는 감압성 가압판 접착제로서 사용하기 위한 적절한 감압성 접착제를 선택하는 방법을 인지할 수 있을 것이다. 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드는 또한 감압성 가압판 접착제 (230) 상에 적용되는 이형 라이너 (240)를 포함할 것이고, 상기 감압성 가압판 접착제 (230)는 서브패드 (220) 및 이형 라이너 (240) 사이에 개재된다. (도 11 참조).
- [0103] 기관 연마 작업에서의 중요한 단계는 공정에 대한 종료점을 결정하는 것이다. 종료점 감지를 위한 하나의 일반적인 인시츄 방법은 빛의 파장을 선택하도록 투명한 윈도우를 가진 연마 패드를 제공하는 단계를 수반한다. 연마 과정에서, 라이트 빔(light beam)은 윈도우를 통해 웨이퍼 표면을 향하고, 이에서 이는 반사되고 윈도우를 통해 검출기(예를 들면, 분광측정기)로 역으로 통과된다. 반사 신호에 기초하여, 기관 표면의 특성 (예를 들면, 그 위의 필름의 두께)은 종료점 감지를 위해 결정될 수 있다. 이와 같은 광 기반 종료점 방법을 용이하게 하기 위해서, 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드 (200)는 임의로 추가로 종료점 감지 윈도우 (270)를 포함한다. 바람직하게는, 종료점 감지 윈도우는 복합체 연마층에 편입된 통합 윈도우; 그리고 화학적 기계적 연마 패드로 편입된 플러그 인 위치 종료점 감지 윈도우 블록으로부터 선택된다. 본 기술분야의 숙련가는 의도된 연마 공정

에서 사용하기 위한 종료점 감지 윈도우에 대한 구조물의 적절한 물질을 선택하는 것을 인지하고 있을 것이다. (도 14 참조).

[0104] 본 발명의 일부 구현에는 이하에서 하기 **실시예**에서 상세하게 기재될 것이다.

[0105] **실시예 1-3: 화학적 기계적 연마 패드**

[0106] 상업적 폴리우레탄 연마 패드를 각각의 **실시예 1-3**에 따라 제조된 화학적 기계적 연마 패드에서 제1 비-탈루성 폴리머 연속상으로서 사용하였다. 특히, **실시예 1**에서, 30 mils의 평균 요홈 깊이,  $D_{\text{평균}}$ , 60 mils의 폭 및 120 mils의 피치를 갖는 복수 개의 동심원 주기적 요홈을 갖는 상업적 IC1000<sup>TM</sup> 폴리우레탄 연마 패드를 제1 비탈루성 폴리머 연속상으로서 제공하였다. **실시예 2**에서, 30 mils의 평균 요홈 깊이,  $D_{\text{평균}}$ , 35 mils의 폭 및 70 mils의 피치를 갖는 복수 개의 동심원 요홈을 갖는 상업적 VP5000<sup>TM</sup> 폴리우레탄 연마 패드를 제1 비탈루성 폴리머 연속상으로서 제공하였다. **실시예 3**에서, 30 mils의 평균 요홈 깊이,  $D_{\text{평균}}$ , 60 mils의 폭 및 120 mils의 피치를 갖는 복수 개의 동심원 요홈을 갖는 상업적 VP5000<sup>TM</sup> 폴리우레탄 연마 패드를 제1 비탈루성 폴리머 연속상으로서 제공하였다.

[0107] 하기를 함유하는 폴리 사이드 (P) 액체 성분을 제공하였다: 77.62 wt% 고분자량 폴리에테르 폴리올 (Voralux® HF 505 폴리올, Dow Chemical Company 사제); 21.0 wt% 모노에틸렌 글리콜; 1.23 wt%의 실리콘 계면활성제 (Tegostab® B8418 계면활성제, Evonik 사제); 0.05 wt%의 주석 촉매 (Fomrez® UL-28, Momenitive 사제); 및, 0.10 wt%의 3차 아민 촉매 (Dabco® 33LV 촉매, Air Products, Inc. 사제). 추가의 액체 물질 (Specflex<sup>TM</sup> NR 556 CO<sub>2</sub>/지방족 아민 부가물, Dow Chemical Company 사제)을 폴리 사이드 (P) 액체 성분 100 중량부당 4 중량부로 폴리 사이드 (P) 액체 성분에 부가하였다. 하기를 함유하는 이소 사이드 (I) 액체 성분을 제공하였다: 100 wt%의 개질된 디페닐메탄 디이소시아네이트 (Isonate<sup>TM</sup> 181 MDI 예비중합체, Dow Chemical Company 사제). 가압 기체 (건조 공기)를 제공하였다.

[0108] 제2 비탈루성 폴리머 상을 이후 (P) 사이드 액체 공급 포트, (I) 사이드 액체 공급 포트 및 4개의 접선방향의 가압 기체 공급 포트를 갖는 축방향 혼합 장치 (MicroLine 45 CSM 축방향 혼합 장치, Hennecke GmbH 사제)를 사용하여 각각의 제1 비탈루성 폴리머 연속상 물질의 복수 개의 동심원 요홈 내에 제공하였다. 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분을 12,500 kPa의 (P) 사이드 충전 압력, 17,200 kPa의 (I) 사이드 충전 압력 및 1.564의 (I)/(P)의 중량비 (0.95의 반응성 수소기 대 NCO기의 화학양론적 비로 주어짐)로 그것의 각각의 공급 포트를 통해 축방향 혼합 장치로 공급하였다. 가압 기체를 830 kPa의 공급 압력으로 접선방향의 가압 기체 공급 포트를 통해 공급하여 3.8 내지 1의 축방향 혼합 장치를 통한 기체 질량 유량비로 조합된 액체 성분을 제공하여 조합물을 형성하였다. 조합물을 이후 254 m/sec의 속도로 각각의 주지된 제1 비탈루성 폴리머 연속상을 향해 축방향 혼합 장치로부터 배출하여 복수 개의 요홈을 충전하고, 복합 구조체를 형성하였다. 복합 구조체를 100°C에서 16시간 동안 경화시켰다. 복합 구조체를 이후 평평한 선반에서 기계가공하여 **실시예 1-3**의 화학적 기계적 연마 패드를 유도하였다. **실시예 1-3**의 각각의 화학적 기계적 연마 패드의 연마 표면을 이후 70 mil 그루브 폭, 32 mil 그루브 깊이, 및 580 mil 피치를 갖는 X-Y 그루브 패턴을 제공하기 위해 그루빙하였다.

[0109] **개방 셀 다공성**

[0110] 상업적 IC1000<sup>TM</sup> 연마 패드 연마층 및 VP5000<sup>TM</sup> 연마 패드 연마층의 개방 셀 다공성은 3 부피% 미만인 것으로 보고되고 있다. 각각의 **실시예 1-3**의 화학적 기계적 연마 패드에 형성된 제2 비탈루성 폴리머 상의 개방 셀 다공성은 10 부피% 초과였다.

[0111] **비교 실시예 PC1-PC2 및 실시예 P1-P3**

[0112] **화학적 기계적 연마 제거율 실험**

[0113] 실리콘 디옥사이드 제거율 연마 시험을 각각의 **실시예 1-3**에 따라 제조한 화학적 기계적 연마 패드를 사용하여 수행하였고, 각각 **실시예**에서 기재된 동일한 X-T 격자 그루브 패턴을 갖는 IC1000<sup>TM</sup> 폴리우레탄 연마 패드 및 VP5000<sup>TM</sup> (모두 Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc. 사제)를 사용하여 **비교 실시예 PC1-PC2**에서 취득한 것들과 비교하였다. 상세하게는, 각각의 연마 패드에 대한 실리콘 디옥사이드 제거율은 표 3에 제공되어 있

다. 연마 제거율 실험을 Novellus Systems, Inc.로부터의 200 mm 블랭킷 S15KTEN TEOS 시트 웨이퍼 상에서 수행하였다. Applied Materials 200 mm Mirra® 연마기를 사용하였다. 8.3 kPa (1.2 psi)의 다운 포스(down force), 200 ml/min의 슬러리 유속 (ACuPlane™ 5105 슬러리, Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc. 사제), 93 rpm의 테이블 회전 속도 및 87 rpm의 캐리어 회전 속도를 사용하여 모든 연마 실험을 수행하였다. Saesol 8031C 다이아몬드 패드 컨디셔너 (Saesol Diamond Ind. Co., Ltd. 사제)를 연마 패드를 컨디셔닝시키기 위해 사용하였다. 연마 패드를 10분 동안 31.1 N의 다운 포스를 사용하여 컨디셔너를 사용하여 각각 파쇄하였다. 연마 패드를 31.1 N의 다운 포스를 사용하여 연마 패드의 중심으로부터 1.7 내지 9.2 in에서 10 sweeps/min으로 연마 과정 동안 원위치에서 50% 추가 컨디셔닝시켰다. 3 mm 에지 배제와 함께 49 포인트 나선형 스캔을 사용하는 KLA-Tencor FX200 계측 장비를 사용하여 연마한 이전과 이후의 필름 두께를 측정함으로써 제거율을 측정하였다. 각각의 제거율 실험을 3회 실시하였다. 각각의 연마 패드에 대한 3회 제거율 실험에 대한 평균 제거율은 표 3에 제공되어 있다.

[0114]

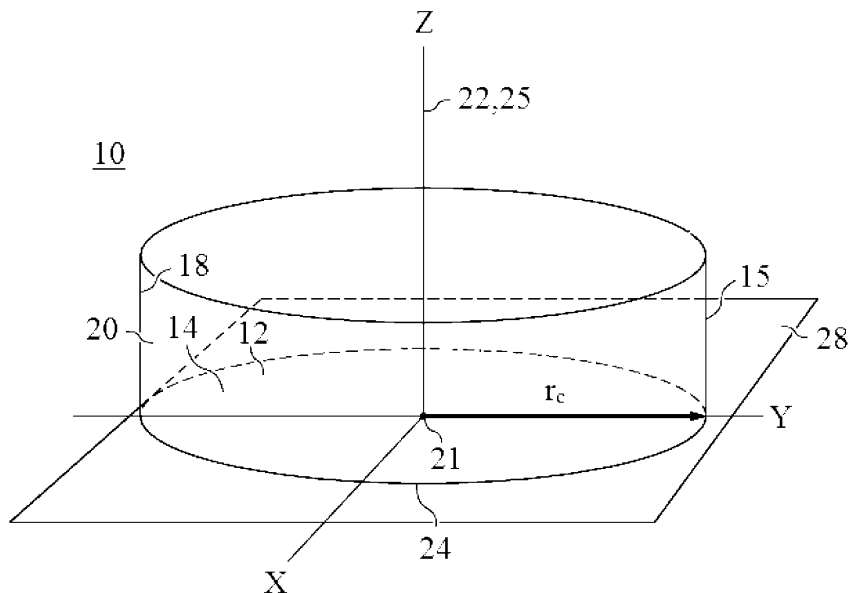
[ 3 ]

<u>실시예 #</u>	<u>화학적 기계적 연마 패드</u>	<u>TEOS 제거율 (Å/분)</u>
PC1	IC1000 <sup>TM</sup> 패드	321
PC2	VP5000 <sup>TM</sup> 패드	199
P1	실시예 1 (1521A)	426
P2	실시예 2 (1521B)	355
P3	실시예 3 (1521C)	304

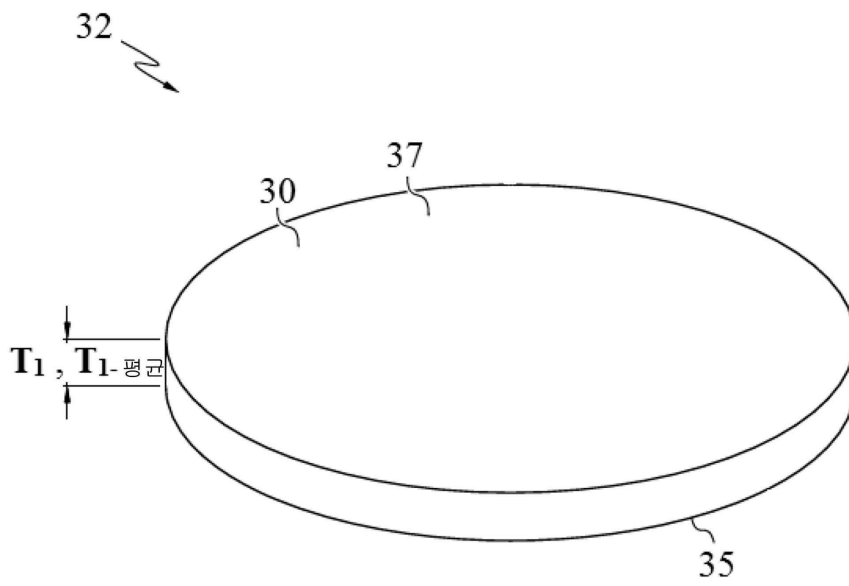
[0115]

도면

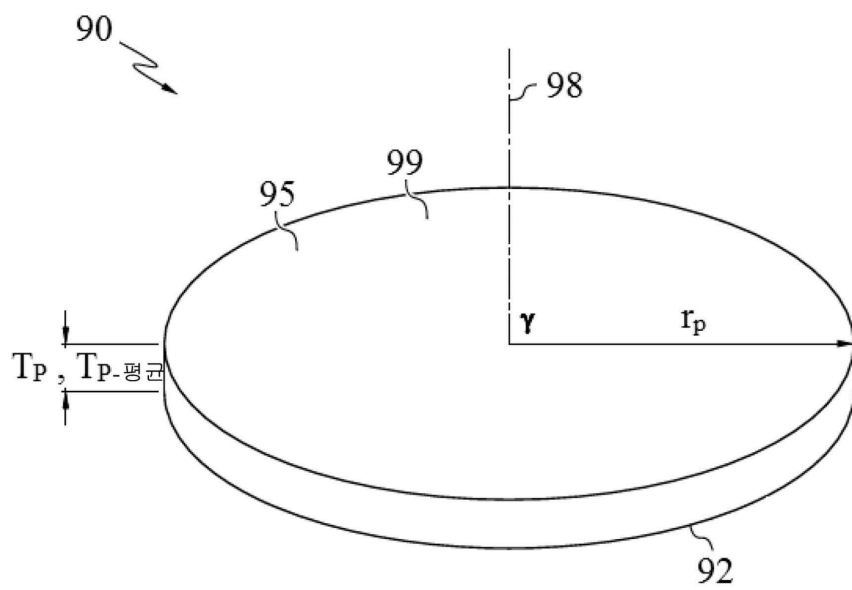
도면1



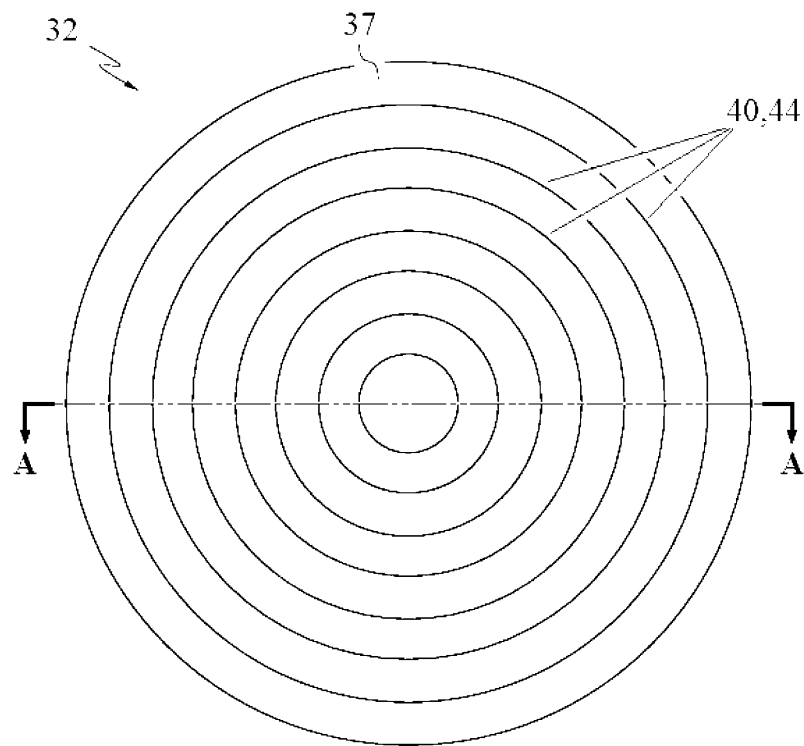
도면2



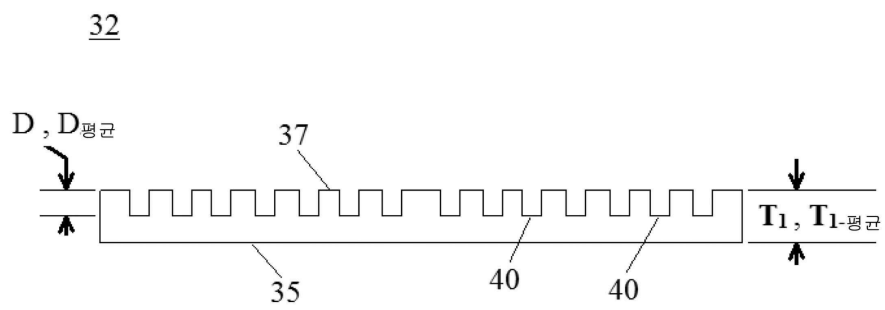
도면3



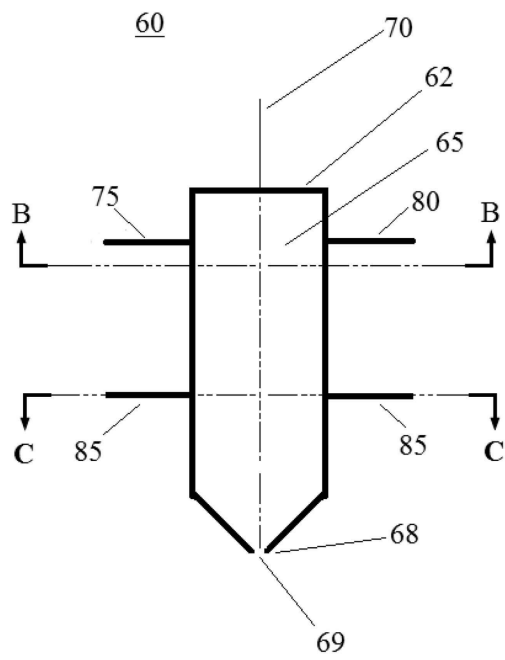
도면4



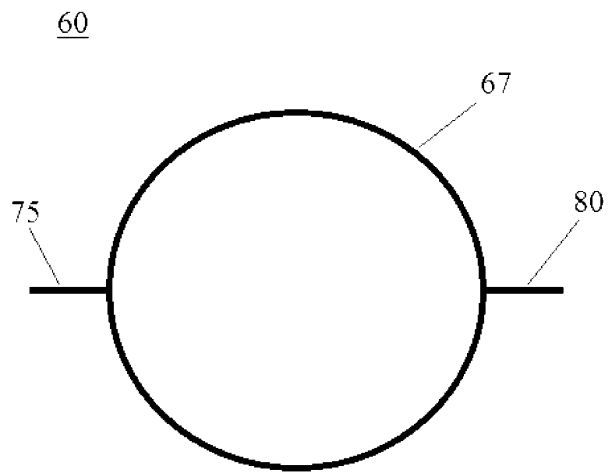
도면5



도면6



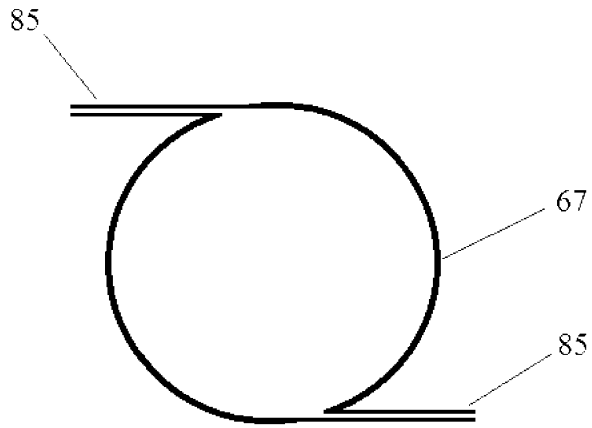
도면7



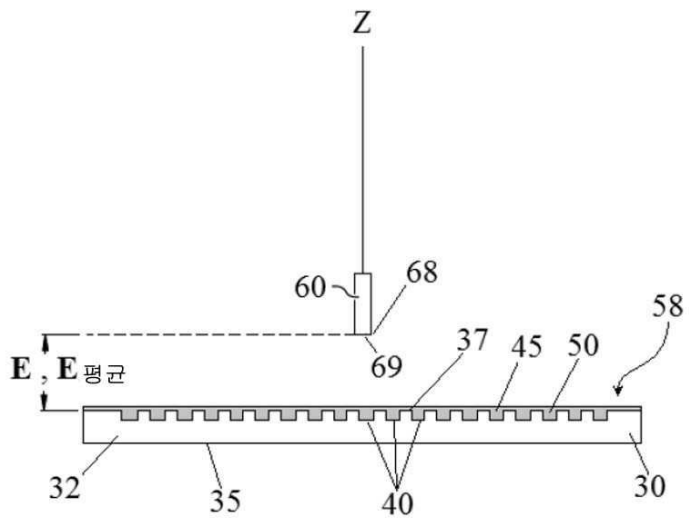


도면8

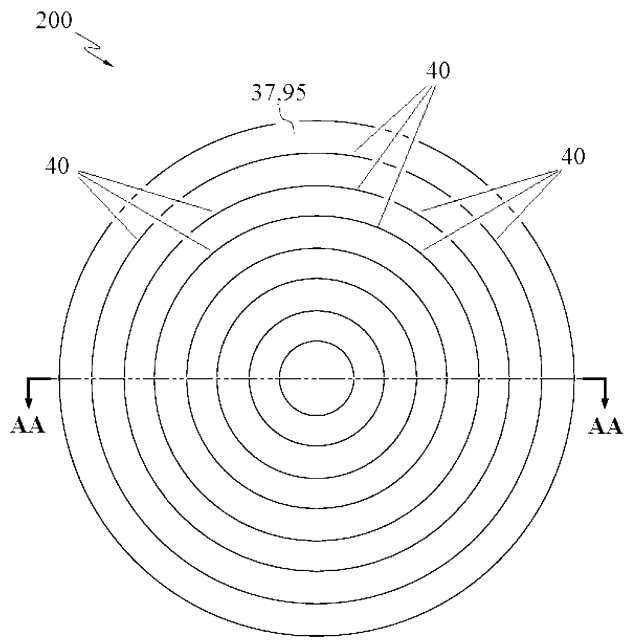
60



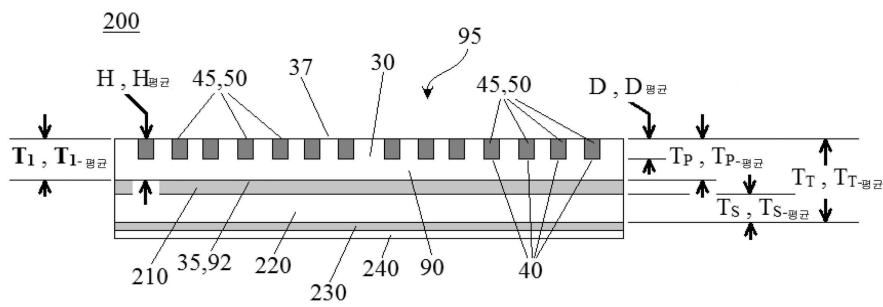
도면9



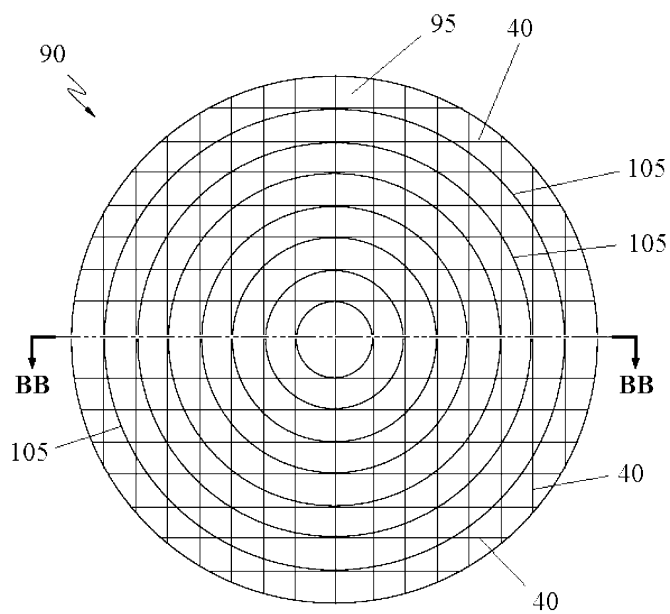
도면10



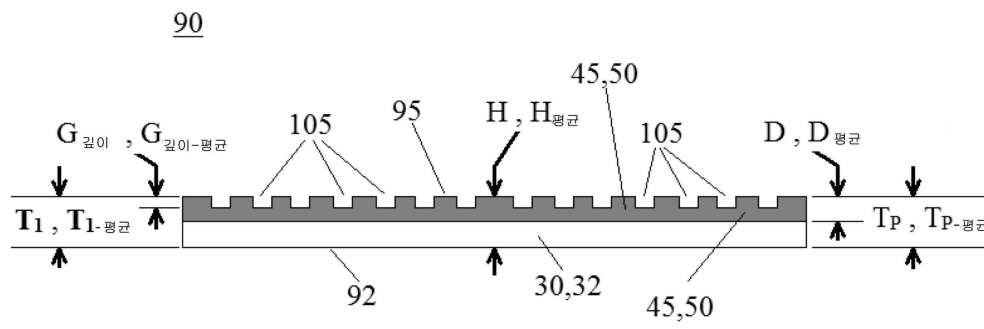
도면11



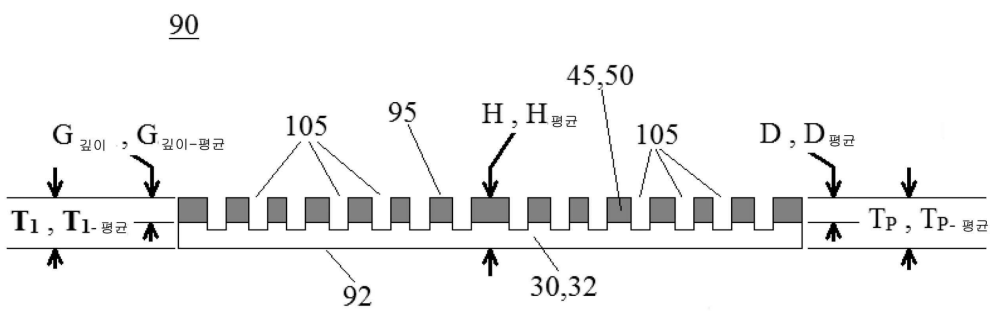
도면12



도면13a



도면13b



도면14

