



등록특허 10-2548640



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월28일  
(11) 등록번호 10-2548640  
(24) 등록일자 2023년06월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 21/304* (2006.01) *B24B 37/24* (2012.01)  
*B24D 3/22* (2006.01) *B24D 3/28* (2006.01)  
*H01L 21/306* (2006.01) *H01L 21/321* (2006.01)  
*H01L 21/461* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*H01L 21/304* (2013.01)  
*B24B 37/24* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0078654  
(22) 출원일자 2016년06월23일  
심사청구일자 2021년03월12일
- (65) 공개번호 10-2017-0001625  
(43) 공개일자 2017년01월04일
- (30) 우선권주장  
14/751,423 2015년06월26일 미국(US)  
15/163,213 2016년05월24일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2013535810 A\*  
JP2014233834 A\*  
KR1020040066811 A\*  
JP2006502300 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 2 항

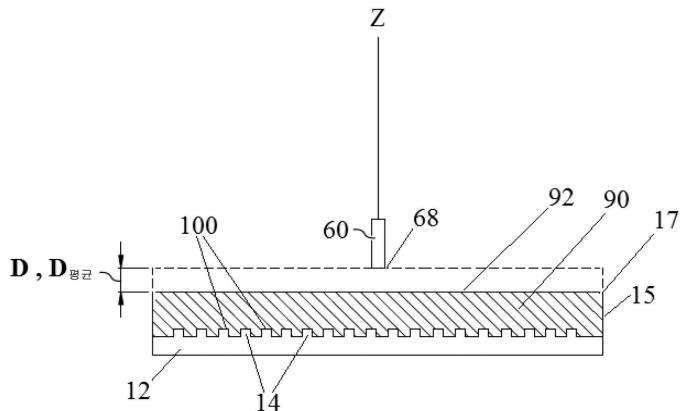
심사관 : 강명희

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

## (57) 요약

하기를 포함하는 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 형성 방법이 제공된다: 그루브 패턴의 음각이 있는 기저를 갖는 주형을 제공하는 단계; 폴리 사이드 (P) 액체 성분을 제공하는 단계; 이소 사이드 (I) 액체 성분을 제공하는 단계; 가압 가스를 제공하는 단계; 축방향 혼합 장치를 제공하는 단계; 폴리 사이드 (P) 액체 성분, 이소 사 (뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



이드 (I) 액체 성분 및 가압 가스를 축방향 혼합 장치에 주입하여 조합물을 형성하는 단계; 조합물을 축방향 혼합 장치로부터 기저를 향해 5 내지 1,000 m/sec의 속도로 배출하는 단계; 조합물을 케이크로 고화시키는 단계; 케이크로부터 화학적 기계적 연마 패드 연마총을 유도하는 단계로서, 상기 화학적 기계적 연마 패드 연마총은 연마 표면 내에 형성된 그루브 패턴이 있는 연마 표면을 갖고; 그리고 상기 연마 표면은 기판을 연마하기 위해 적용되는 것인 단계.

## (52) CPC특허분류

*B24D 3/22* (2013.01)  
*B24D 3/28* (2013.01)  
*H01L 21/30625* (2013.01)  
*H01L 21/3212* (2013.01)  
*H01L 21/461* (2013.01)

## (72) 발명자

**브루갈로라스 브루파우, 테레사**

미합중국 19103 펜실베니아주 필라델피아 리텐하우스 스퀘어 1008 226

**코주크, 줄리아**

미합중국 19701 텔라웨어주 비어 킹 제임스 코트 916

**통, 유화**

미합중국 19707 텔라웨어주 혹케썬 스펜서 레인 2

**밀러, 제프리 비.**

미합중국 19382 펜실베니아주 웨스트 체스터 레드 호크 트레일 2

**루고, 디에고**

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

**제이콥, 조지 씨.**

미합중국 19702 텔라웨어주 뉴워크 원터헤이븐 드라이브 5410

**디그루트, 마티 더블유.**

미합중국 19709 텔라웨어주 미들타운 유니온 드라이브 218 이.

**완크, 앤드류**

미합중국 19311 펜실베니아주 애본데일 루즈벨트 웨이 18

**예, 펭지**

미합중국 19808 텔라웨어주 월밍턴 크레스틀라인 로드 5409

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

화학적 기계적 연마 패드 연마층의 형성 방법으로서,

기저(base)를 갖는 주형을 제공하는 단계로서, 상기 기저는 이에 형성된 그루브 패턴의 음각을 가지는 단계;

(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 가스를 제공하는 단계;

내부 원통형 챔버를 갖는 축방향 혼합 장치를 제공하는 단계로서,

여기서 상기 내부 원통형 챔버는 폐쇄 단부, 개방 단부, 대칭축, 상기 내부 원통형 챔버의 둘레를 따라 상기 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트, 상기 내부 원통형 챔버의 둘레를 따라 상기 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트, 및 상기 내부 원통형 챔버 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 접선방향의 가압 가스 공급 포트를 가지고;

상기 접선방향의 가압 가스 공급 포트는 상기 축방향 혼합 장치의 상기 내부 원통형 챔버의 내부 둘레에 접선 방향으로 향하고, 상기 축방향 혼합 장치의 상기 내부 원통형 챔버의 상기 대칭축에 대해 수직한 평면 상에 놓여 있고;

상기 폐쇄 단부 및 상기 개방 단부는 상기 대칭축에 수직하고;

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

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

상기 폴리 사이드 (P) 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 이소 사이드 (I) 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 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 상기 이소 사이드 (I) 액체 성분의 조합된 질량 유량은 1 내지 500 g/s이고,

상기 폴리 사이드 (P) 액체 성분, 상기 이소 사이드 (I) 액체 성분 및 상기 가압 가스는 상기 내부 원통형 챔버 내에서 상호혼합되어 조합물을 형성하고;

상기 가압 가스는 150 내지 1,500 kPa의 공급 압력으로 상기 적어도 하나의 접선방향의 가압 가스 공급 포트를 통해 상기 내부 원통형 챔버로 주입되고;

상기 가압 가스의 상기 내부 원통형 챔버로의 유입 속도는 20 °C 및 1 atm 압력에서 이상 가스 조건을 기준으로 계산된 50 내지 600 m/s이고;

상기 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 (P) 사이드 폴리올을 포함하고;

상기 (P) 사이드 폴리올은 고분자량 폴리에테르 폴리올이고;

상기 고분자량 폴리에테르 폴리올은 2,500 내지 100,000의 수평균 분자량,  $M_N$  및 분자당 평균 4 내지 8개의 하

이드록실기를 가지는, 축방향 혼합 장치를 제공하는 단계;

상기 조합물을 상기 내부 원통형 챔버의 개방 단부로부터 상기 기저를 향하여 5 내지 1,000 m/sec의 속도로 배출하는 단계;

상기 조합물을 케이크로 고화시키는 단계;

상기 케이크를 상기 주형으로부터 분리하는 단계; 그리고

상기 케이크로부터 화학적 기계적 연마 패드 연마층을 유도하는 단계로서, 상기 화학적 기계적 연마 패드 연마층은 연마 표면 내에 형성된 그루브 패턴을 갖는 연마 표면을 가지고, 상기 연마 표면은 기판을 연마하기 위해 적용되는, 단계

를 포함하는, 방법.

## 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 이소 사이드 (I) 액체 성분은 문자당 평균 2개의 반응성 이소시아네이트기를 갖는 다작용성 이소시아네이트를 포함하는, 방법.

## 청구항 3

삭제

## 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 계류중인 2015년 6월 26일에 출원된 미국일련번호 제14/751,423호의 일부 계속출원이다.

[0002] 본 발명은 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 형성 방법에 관한 것이다. 더 상세하게는, 본 발명은 축방향 혼합 장치(axial mixing device)를 사용하는 화학적 기계적 연마 패드 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, 극히 및 오염된 층 또는 물질을 제거하기 위해 유용하다.

[0005] 화학적 기계적 평탄화, 또는 화학적 기계적 연마 (CMP)는 작업용 퍼스 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 통제 가능한 압력을 제공한다. 동시에, 연마 매질 (예를 들면, 슬러리)은 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 쓸려지게 되고, 이에서 웨이퍼의 표면은 연마층과 직접적으로 대면된다. 웨이퍼 표면은 연마되고, 연마층의 화학적 및 기계적 작용 및 표면 상의 연마 매질에 의해 평면화된다.

[0006] Hirose 등은 미국특허 제8,314,029호에서 연마층의 제조 방법을 개시하고 있다. 상세하게는, Hirose 등은 실질적으로 구형 셀을 함유하고 높은 두께 정확도를 가지는 연마 패드의 제조 방법을 개시하고 있고, 이는 기계적 폼 방법 (foaming method)에 의한 셀 분산된 우레탄 조성물의 제조 단계; 페이스 물질 A를 공급하면서, 단일 방출 포트로부터 페이스 물질 A의 폭 방향에서 실질적 중심부로 셀 분산된 우레탄 조성물을 연속적으로 배출하는 단계; 셀 분산된 우레탄 조성물 상에 페이스 물질 B를 적층하는 단계; 이후 두께 조정 수단에 의해 셀 분산된 우레탄 조성물의 두께를 균일하게 조정하는 단계; 조성물에 추가의 임의의 부하를 적용함 없이 이전 단계에서 조정된 두께를 갖는 셀 분산된 우레탄 조성물을 경화시켜 폴리우레탄 폼을 포함하는 연마 시트를 형성하는 단계; 그리고 연마 시트를 절단하는 단계를 포함한다.

[0007] 그럼에도 불구하고, 화학적 기계적 연마 패드용 연마층의 향상된 제조 방법에 대한 지속적인 필요성이 존재한다. 특히, 완성된 연마 패드를 제공하는데 필요한 공정 단계의 총 수를 감소시키는 방법에 대한 것이 필요하다. 그러므로, 화학적 기계적 연마 패드용 연마층을 제공하는 개선된 방법이 요구된다.

## 발명의 내용

[0008] 본 발명은 하기를 포함하는 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 형성 방법을 제공한다: 기저(base)를 갖는 주형을 제공하는 단계, 여기서 상기 기저는 이에 형성된 그루브 패턴의 음각을 가짐; (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 가스를 제공하는 단계; 내부 원통형 챔버를 갖는 축방향 혼합 장치를 제공하는 단계; 여기서 상기 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 가스 공급 포트를 가지고; 여기서 상기 폐쇄 단부 및 개방 단부는 대칭축에 수직하고; 여기서 상기 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 및 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트는 폐쇄 단부 근처의 내부 원통형 챔버의 둘레를 따라 배치되고; 여기서 상기 적어도 하나의 접선방향의 가압 가스 공급 포트는 폐쇄 단부로부터의 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 및 적어도 하나의 (I) 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; 여기서 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; 여기서 상기 폴리 사이드 (P) 액체 성분, 이소 사이드 (I) 액체 성분 및 가압 가스는 내부 원통형 챔버 내에서 상호혼합되어 조합물을 형성하고; 여기서 상기 가압 가스는 150 내지 1,500 kPa의 공급 압력으로 적어도 하나의 접선방향의

가압 가스 공급 포트를 통해 내부 원통형 챔버로 주입되고; 여기서 가압 가스의 내부 원통형 챔버로의 유입 속도는 20 °C 및 1 atm 압력에서 이상 가스 조건을 기준으로 계산된 50 내지 600 m/s, 또는 바람직하게는, 75 내지 350 m/s임; 상기 조합물을 내부 원통형 챔버의 개방 단부로부터 기저를 향하여 5 내지 1,000 m/sec, 또는, 바람직하게는, 10 내지 600 m/sec 또는, 더 바람직하게는, 15 내지 450 m/sec의 속도로 배출하는 단계; 상기 조합물을 케이크로 고화시키는 단계; 상기 케이크를 주형으로부터 분리하는 단계; 그리고 상기 케이크로부터 화학적 기계적 연마 패드 연마층을 유도하는 단계; 여기서 상기 화학적 기계적 연마 패드 연마층은 연마 표면 내에 형성된 그루브 패턴을 갖는 연마 표면을 가지고, 상기 연마 표면은 기판을 연마하기 위해 적용된다.

### 도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 방법에서 사용하기 위한 주형의 사시도이다.

도 2는 본 발명의 방법에서 사용하기 축방향 혼합 장치의 측면도이다.

도 3은 도 2에서 선 A-A에 따라 취해진 단면도이다.

도 4는 본 발명의 주형에 형성된 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 측면도이다.

도 5는 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 사시도이다.

도 6은 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 연마 표면에 형성된 그루브 패턴의 평면도이다.

도 7은 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 연마 표면에 형성된 그루브 패턴의 평면도이다.

도 8은 도 7에서 선 C-C에 따라 취해면 단면도이다.

도 9는 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 연마 표면에 형성된 그루브 패턴의 평면도이다.

도 10은 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 연마 표면에 형성된 그루브 패턴의 평면도이다.

도 11은 도 2에서 선 B-B에 따라 취해진 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

#### 상세한 설명

[0011] 화학적 기계적 연마층을 형성하기 위한 다양한 종래의 공정, 예컨대 캐스팅 공정 (즉, 다중 연마층으로 절단되는 케이크를 형성하는 단계) 및 거품생성(frothing) 단계는 공정을 용이하게 하기 위해 충분히 긴 결화 시간을 요구한다. 거품생성 및 캐스팅 공정 모두는 형성되는 연마층의 표면 내로 최종 그루브 패턴을 기계가공 단계를 요구한다. 본 발명의 방법은 연마층의 연마 표면에 형성되는 그루브 패턴의 질을 크게 향상시키고, 수많은 종래의 연마층 제조 방법에서 요구되는 바와 같이 완성된 연마층 내로 그루브 패턴을 기계가공하여야 하는 필요성을 근절한다. 본 발명의 방법은 종래 기술에서의 고유한 제한 (즉, 결화 시간의 제약)이 주어지는 종래의 연마층 제조 공정에 적합할 수 있는 광범위한 조성적 윈도우(broader compositional window)를 가능하게 한다.

[0012] 주형 중공부 (20)에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "실질적인 원형 단면"은 주형 중공부의 중심축,  $C_z$ , (22)으로부터 둘러싼 벽면 (15)의 수직 내부 경계 (18)까지의 x-y 평면 (30) 상에 뻗은 주형 중공부 (20)의 최장 반경,  $r_c$ 가, 주형 중공부의 중심축,  $C_z$ , (22)으로부터 수직 내부 경계 (18)까지의 x-y 평면 (30) 상에 뻗은 주형 중공부 (20)의 최단 반경,  $r_c$ 보다 20% 이하로 더 길다는 것을 의미한다. (도 1 참조).

[0013] 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 및 4 참조).

[0014] 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.

[0015] 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.

- [0016] 연마 표면 (95)을 갖는 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "평균 두께,  $T_p$ -평균"은 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)의 연마 표면 (95)으로부터 하부 표면 (92)까지의 연마 표면 (95)에 대해 법선방향으로의 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 평균 두께,  $T_p$ 를 의미한다. (도 5 참조).
- [0017] 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "실질적인 원형 단면"은 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)의 중심축 (98)으로부터 화학적 기계적 연마 패드 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 5 참조).
- [0018] 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)은 바람직하게는 중심축 (98) 주변에서 회전하도록 적용된다. (도 5 참조). 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)의 연마 표면 (95)은 중심축 (98)에 수직한 평면 (99)에 놓여 있다. 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)은 중심축 (98)의 85 내지 95°, 바람직하게는, 중심축 (98)의 90°의 각,  $y$ 의 평면 (99)에서 회전하도록 적용된다. 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드 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.
- [0019] 본 발명의 축방향 혼합 장치에서 형성되는 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분의 조합에 대해 참조하여 본원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 용어 "결화 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.
- [0020] 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.
- [0021] 바람직하게는, 본 발명의 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 형성 방법은 하기를 포함한다: 기저 (12)를 갖는 주형 (10)을 제공하는 단계, 여기서 주형 (10)의 기저 (12)는 그에 형성된 그루브 패턴 (100)의 익각 (14)을 가짐; (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 가스를 제공하는 단계; 내부 원통형 챔버 (65)를 갖는 축방향 혼합 장치 (60)를 제공하는 단계; 여기서 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 가스 공급 포트 (85)를 가지고; 여기서 상기 폐쇄 단부 (62) 및 개방 단부 (68)는 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)에 수직하고; 여기서 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 둘레 (67)를 따라 배치되고; 여기서 상기 적어도 하나의 (바람직하게는, 적어도 2개의) 접선방향의 가압 가스 공급 포트 (85)는 폐쇄 단부 (62)로부터의 적어도 하나의 (P) 사이드 액체 공급 포트 (75) 및 적어도 하나의 (I) 사이드 액체 공급 포트 (80)의 내부 원통형 챔버 (65) 다운스트림의 둘레 (67)를 따라 배치되고; 여기서 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; 여기서 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 챔버 (65)로의 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; 여기서 상기 폴리 사이드 (P) 액체 성분, 이소 사이드 (I) 액체 성분 및 가압 가스는 내부 원통형 챔버 (65) 내에서 상호혼합되어 조합물을 형성하고; 여기서 가압 가스는 150 내지 1,500 kPa의 공급 압력으로 적어도 하나의 (바람직하게는, 적어도 2개의) 접선방향의 가압 가스 공급 포트 (85)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입되고; 여기서 가압 가스의 내부 원통형 챔버 (65)로의 유입 속도는 20 °C 및 1 atm 압력에서 이상 가스 조건에 기초하여 계산된 50 내지 600 m/s, 또는 바람직하게

는 75 내지 350 m/s임; 조합물을 내부 원통형 챔버 (65)의 개방 단부 (68)로부터 주형 (10)의 기저 (12)를 향하여 5 내지 1,000 m/sec, 또는, 바람직하게는, 10 내지 600 m/sec 또는, 더 바람직하게는, 15 내지 450 m/sec의 속도로 배출하는 단계; 상기 조합물을 케이크로 고화시키는 단계; 상기 케이크를 주형 (10)로부터 분리하는 단계; 그리고, 상기 케이크로부터 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)을 유도하는 단계, 여기서 상기 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)은 연마 표면 (95) 내에 형성된 그루브 패턴 (100)을 갖는 연마 표면 (95)을 가지고, 그리고 여기서 상기 연마 표면 (95)은 기판을 연마하기 위해 적용됨.

[0022] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 주형 (10)의 기저 (12)는 그루브 패턴의 음각 (14)을 한정하고; 여기서 상기 그루브 패턴 (100)은 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)의 연마 표면 (95)으로 전사된다. 바람직하게는, 주형 (10)의 기저 (12)는 평균 반경,  $r_c$ 를 갖는 실질적 원형 단면을 가진다 (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). (도 1 및 4 참조).

[0023] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 주형 (10)은 둘러싼 벽면 (15)을 가질 수 있다. 바람직하게는, 둘러싼 벽면은 x-y 평면 (30)에 대해 실질적으로 수직한 주형 중공부 (20)의 수직 내부 경계 (18)를 한정한다. 더 바람직하게는, 둘러싼 벽면은 x-y 평면 (30)에 대해 본질적으로 수직한 주형 중공부 (20)의 수직 내부 경계 (18)를 한정한다. (도 1 및 4 참조).

[0024] 바람직하게는, 주형 중공부 (20)는 z-축과 일치하고, 중심점 (21)에서 주형 (10)의 기저 (12)의 수평 내부 경계 (14)를 가로지는 중심축,  $C_z$  (22)을 가진다. 바람직하게는, 중심점 (21)은 x-y 평면 (30) 상에 뻗은 주형 중공부 (20)의 단면,  $C_{x-\text{단면}}$  (24)의 기하학적 중심에 위치한다. (도 1 참조).

[0025] 바람직하게는, x-y 평면 (30) 상에 뻗은 주형 중공부의 단면,  $C_{x-\text{단면}}$  (24)은 임의의 규칙적인 또는 불규칙한 2차원 형상일 수 있다. 바람직하게는, 주형 중공부의 단면,  $C_{x-\text{단면}}$  (24)는 다각형 및 타원로부터 선택된다. 더 바람직하게는, 주형 중공부의 단면,  $C_{x-\text{단면}}$  (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)을 갖는 실질적 원형 단면이다. 가장 바람직하게는, 주형 중공부 (20)는 실질적 원형 단면,  $C_{x-\text{단면}}$ 을 갖는 우측 원통형 형상화 영역에 근사하고; 여기서 상기 주형 중공부는 주형 중공부의 중심축,  $C_z$  (22)과 일치하는 대칭축,  $C_{x-\text{대칭}}$  (25)을 가지고; 여기서 우측 원통형 형상화 영역은 하기와 같이 정의되는 단면적,  $C_{x-\text{면적}}$ 을 가진다:

$$C_{x-\text{면적}} = \pi r_c^2,$$

[0027] 식 중,  $r_c$ 는 x-y 평면 (30) 상에 뻗은 주형 중공부의 단면적,  $C_{x-\text{면적}}$ 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 및 4 참조).

[0028] 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 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 2-3 및 11 참조).

[0029] 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 여기서 상기 원형 개구 (69)는 내부 원통형 챔버 (65)와 동일한 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 여기서 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 2-3

및 11 참조).

[0030] 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)로부터 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 오리피스를 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)으로 개방되어 있고, 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)으로 향하고, 이에 수직하다.

[0031] 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 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.

[0032] 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; 여기서 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; 여기서 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 (65) 주변에 균일하게 배치되어 있고, 내부 원통형 챔버 (65)의 폐쇄 단부 (62)로부터 동일한 거리에 놓여 있다.

[0033] 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. 바-

람직하게는, 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.

[0034]

바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 접선방향의 가압 가스 공급 포트 (85)를 가진다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 축방향 혼합 장치 (60)는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있는 적어도 하나의 접선방향의 가압 가스 공급 포트 (85)를 가지고; 여기서 상기 적어도 하나의 접선방향의 가압 가스 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) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 공급 포트 (85)를 가지고; 여기서 상기 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 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) 내로 개방되어 있는 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 공급 포트 (85)를 가지고; 여기서 상기 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 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, 여기서 상기 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 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 가스 공급 포트 (85)를 가지고; 여기서 상기 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 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 여기서 상기 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 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 가스 공급 포트는 0.1 내지 5 mm (바람직하게는, 0.3 내지 3 mm; 더 바람직하게는, 0.5 내지 2 mm)의 임계 치수를 갖는 오리피스를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있다. 바람직하게는, 적어도 하나의 접선방향의 가압 가스 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 내부 원통형 챔버 (65)의 내부 둘레에 접선방향으로 향한다. 더 바람직하게는, 적어도 하나의 접선방향의 가압 가스 공급 포트는 내부 원통형 챔버 (65) 내로 개방되어 있고, 내부 원통형 챔버 (65)의 대칭축 (70)에 대해 본질적으로 수직한 평면 상에 놓여 있다. 가장 바람직하게는, 적어도 하나의 접선방향의 가압 가스 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.

[0035]

바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 (P) 사이드 폴리올, (P) 사이드 폴리아민 및 (P) 사이드 알코올 아민 중 적어도 하나를 포함한다.

[0036]

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(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 폴리올과 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더욱더 바람직하게는, 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.

[0037] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 사용되는 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 적어도 하나의 (P) 사이드 폴리올을 함유하고; 여기서 상기 적어도 하나의 (P) 사이드 폴리올은 2,500 내지 100,000의 수평균 분자량,  $M_N$ 을 가지는 고분자량 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.

[0038] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 사용되는 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 적어도 하나의 (P) 사이드 폴리올을 함유하고; 여기서 상기 적어도 하나의 (P) 사이드 폴리올은 분자당 평균 3 내지 10개의 하이드록실기를 가지는 고분자량 폴리올을 포함한다. 더 바람직하게는, 사용되는 고분자량 폴리올은 분자당 평균 4 내지 8개 (더욱더 바람직하게는 5 내지 7개; 가장 바람직하게는 6개)의 하이드록실기를 가진다.

[0039] 상업적으로 이용가능한 고분자량 폴리올의 예는 Specflex® 폴리올, Voranol® 폴리올 및 Voralux® 폴리올 (Dow Chemical Company로부터 구입가능); Multranol® 스페셜티 폴리올 및 Ultraceel® 플렉서블 폴리올 (Bayer MaterialScience LLC로부터 구입가능); 및 Pluracol® 폴리올 (BASF로부터 구입가능)을 포함한다. 수많은 바람직한 고분자량 폴리올은 표 1에 열거되어 있다.

[표 1]

| 고분자량 폴리올            | 분자당 OH 기의 개수 | $M_N$  | 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                 |

[0041] 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 ("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; 및 3-tert-아밀-2,6-톨루엔디아민 및 클로로톨루엔디아민으로 이루어진 군으로부터 선택된다.

[0043] 바람직하게는, (P) 사이드 알코올 아민은 아민 개시된 폴리올로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더 바람직하게는, (P) 사이드 알코올 아민은 분자당 1 내지 4 (더욱더 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 바람직

계는 250 내지 300)의 수평균 분자량,  $M_N$ 를 가지고, 350 내지 1,200 mg KOH/g의 (ASTM 시험 방법 D4274-11에 의해 결정된 바와 같은) 하이드록실기를 가진다. 더 바람직하게는, 사용되는 아민 개시된 폴리올은 400 내지 1,000 mg KOH/g (가장 바람직하게는 600 내지 850 mg KOH/g)의 하이드록실기를 가진다. 상업적으로 이용가능한 아민 개시된 폴리올의 예는 아민 개시된 폴리올의 Voranol<sup>®</sup> 류 (Dow Chemical Company로부터 구입가능); Quadrol<sup>®</sup> 스페셜티 폴리올 (N,N,N',N'-테트라키스(2-하이드록시프로필 에틸렌 디아민)) (BASF로부터 구입가능); Pluracol<sup>®</sup> 아민계 폴리올 (BASF로부터 구입가능); Multranol<sup>®</sup> 아민계 폴리올 (Bayer MaterialScience LLC로부터 구입가능); 트리이소프로판올아민 (TIPA) (Dow Chemical Company로부터 구입가능); 및, 트리에탄올아민 (TEA) (Mallinckrodt Baker Inc.로부터 구입가능)을 포함한다. 수많은 바람직한 아민 개시된 폴리올이 표 2에 열거되어 있다.

[표 2]

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

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] 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; 크릴린 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.

[0048] 바람직하게는, 적어도 하나의 다작용성 이소시아네이트는 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체이고; 여기서 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% (더우수한 바람직하게는 4 내지 8 wt%; 가장 바람직하게는 5 내지 7 wt%)의 미반응된 이소시아네이트

(NCO)기를 가진다.

[0050] 바람직하게는, 사용되는 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체는 디이소시아네이트와 예비중합체 폴리올의 반응 생성물이고; 여기서 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-펜坦디올; 3-메틸-1,5 펜坦디올; 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.

[0051] 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.로부터 구입가능, 예컨대, PET-80A, PET-85A, PET-90A, PET-93A, PET-95A, PET-60D, PET-70D, PET-75D); Adiprene® 예비중합체 (Chemtura로부터 구입가능, 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 Company로부터 구입가능, 예컨대, 70APLF, 80APLF, 85APLF, 90APLF, 95APLF, 60DPLF, 70APLF, 75APLF)를 포함한다.

[0052] 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.로부터 구입가능, 예컨대, PPT-80A, PPT-90A, PPT-95A, PPT-65D, PPT-75D); Adiprene® 예비중합체 (Chemtura로부터 구입가능, 예컨대, LFG 963A, LFG 964A, LFG 740D); 및, Andur® 예비중합체 (Anderson Development Company로부터 구입가능, 예컨대, 8000APLF, 9500APLF, 6500DPLF, 7501DPLF)을 포함한다.

[0053] 바람직하게는, 본 발명의 방법에 사용되는 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체는 0.1 wt% 미만의 유리톨루엔 디이소시아네이트 (TDI) 모노머 함량을 갖는 저급 유리 이소시아네이트 말단화된 우레탄 예비중합체이다.

[0054] 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 허용될 수 있는 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.로부터 구입가능 예컨대 27-85A, 27-90A, 27-95A); Andur® 예비중합체 (Anderson Development Company로부터 구입가능, 예컨대, IE75AP, IE80AP, IE 85AP, IE90AP, IE95AP, IE98AP); Vibrathane® 예비중합체 (Chemtura로부터 구입가능, 예컨대, B625, B635, B821); Isonate® 개질된 예비중합체 (Dow Chemical Company로부터 구입가능, 예컨대, 18.7% NCO를 갖는 Isonate® 240, 23% NCO를 갖는 Isonate® 181, 29.2% NCO를 갖는 Isonate® 143L); 및, 폴리머 MDI (Dow Chemical Company로부터 구입가능, 예컨대, PAPI® 20, 27, 94, 95, 580N, 901)를 포함한다.

[0055] 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.

- [0056] 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<sup>TM</sup> NR 556 CO<sub>2</sub>/지방족 아민 부가물, Dow Chemical Company로부터 구입가능); 촉매 (예를 들면, 3차 아민 촉매 예컨대 Dabco® 33LV 촉매, Air Products, Inc.로부터 구입가능; 및 주석 촉매 예컨대 Fomrez<sup>®</sup> 주석 촉매, Momentive로부터 구입가능); 및 계면활성제 (예를 들면, Tegostab® 실리콘 계면활성제, Evonik로부터 구입가능)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; 여기서 상기 추가의 액체 물질은 촉매 및 계면활성제 중 적어도 하나이다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 폴리 사이드 (P) 액체 성분은 촉매 및 계면활성제를 함유한다.
- [0057] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 사용되는 가압 가스는 이산화탄소, 질소, 공기 및 아르곤으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더 바람직하게는, 사용되는 가압 가스는 이산화탄소, 질소 및 공기로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더욱더 바람직하게는, 사용되는 가압 가스는 질소 및 공기로 이루어진 군으로부터 선택된다. 가장 바람직하게는, 사용되는 가압 가스는 공기이다.
- [0058] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 사용되는 가압 가스는 10 ppm 이하의 수분 함량을 가진다. 더 바람직하게는, 사용되는 가압 가스는 1 ppm 이하의 수분 함량을 가지고, 더욱더 바람직하게는, 사용되는 가압 가스는 0.1 ppm 이하의 수분 함량을 가진다. 가장 바람직하게는, 가압 가스는 0.01 ppm 이하의 수분 함량을 가진다.
- [0059] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 가압 가스는 유입 속도를 갖는 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 공급 포트 (85)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입되고, 여기서 상기 유입 속도는 20°C 및 1 atm 압력에서 이상 가스 조건을 기준으로 계산된 50 내지 600 m/s, 또는, 바람직하게는, 75 내지 350 m/s이다. 이론에 구속됨 없이, 유입 속도가 너무 낮은 경우, 주형 내에 침착되는 연마층은 바람직하지 않은 균열이 발생될 가능성이 증가한다는 것으로 주지되어 있다.
- [0060] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 가압 가스는 150 내지 1,500 kPa의 공급 압력으로 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 공급 포트 (85)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다. 더 바람직하게는, 가압 가스는 350 내지 1,000 kPa의 공급 압력으로 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 공급 포트 (85)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다. 가장 바람직하게는, 가압 가스는 550 내지 830 kPa의 공급 압력으로 적어도 2개의 접선방향의 가압 가스 공급 포트 (85)를 통해 내부 원통형 챔버 (65) 내로 주입된다.
- [0061] 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; 여기서 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 성분 중의 반응성 수소기 (즉, 아민 (NH<sub>2</sub>)기 및 하이드록실 (OH)기의 합)의 화학양론적 비로 제공된다.
- [0062] 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.
- [0063] 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 가스의 질량 유량(b) (20 °C 및 1 atm 압력에서 이상 가스 조건을 기준으로 계산함)의 비는 46 대 1 이하 (더 바람직하게는, 30 대 1 이하)이다.
- [0064] 바람직하게는, 축방향 혼합 장치 (60)에서 형성된 조합물은 내부 원통형 챔버 (65)의 개방 단부 (68)로부터 주형 (10)의 기저 (12)를 향하여 10 내지 300 m/sec의 속도로 배출된다. 더 바람직하게는, 조합물은 주형 (10)의 기저 (12)를 향해 z 축 (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 배출된다.
- [0065] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 조합물은 주형 (10)에 형성된 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)의 하부 표면 (92)으로부터의 z 차원에 따른 거리, D에서 축방향 혼합 장치 (60)의 개방 단부 (68)로부터 배출된다. 더

바람직하게는, 조합물은 주형 (10)에 형성된 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)의 하부 표면 (92)으로부터의 z 차원에 따른 거리, D에서 축방향 혼합 장치 (60)의 개방 단부 (68)로부터 배출되고; 여기서 상기 평균 거리, D<sub>평균</sub>은 2.5 내지 125 cm (더 바람직하게는, 7.5 내지 75 cm; 가장 바람직하게는, 12.5 내지 50 cm)이다.

[0066] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 축방향 혼합 장치에서 형성된 조합물은 5 내지 900 초의 결화 시간을 가진다. 더 바람직하게는, 축방향 혼합 장치에서 형성된 조합물은 10 내지 600 초의 결화 시간을 가진다. 가장 바람직하게는, 축방향 혼합 장치에서 형성된 조합물은 15 내지 120 초의 결화 시간을 가진다.

[0067] 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조되는 화학적 기계적 연마 패드 연마층은 적어도 하나의 추가의 층과 접합되어 화학적 기계적 연마 패드를 형성할 수 있다. 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조되는 화학적 기계적 연마 패드 연마층은 압축성 서브패드 (도시되지 않음)와 접합되고; 여기서 상기 압축성 서브패드는 스택 접착제를 사용하여 연마층 (90)과 접합되고; 여기서 상기 스택 접착체는 연마층 (90)의 하부 표면 (92)과 압축성 서브패드 사이에 개재된다. 서브패드는 바람직하게는 연마되는 기판에 대한 연마층의 적합성을 개선한다. 바람직하게는, 사용되는 스택 접착제는 감압성 접착제, 반응성 핫 멜트 접착제, 접촉 접착제 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 접착제이다. 더 바람직하게는, 사용되는 스택 접착제는 반응성 핫 멜트 접착제 및 감압성 접착제로 이루어진 군으로부터 선택된다. 가장 바람직하게는, 사용되는 스택 접착제는 반응성 핫 멜트 접착제이다.

[0068] 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조되는 화학적 기계적 연마 패드 연마층은 화학적 기계적 연마 패드에 포함되고, 여기서 상기 화학적 기계적 연마 패드는 연마 기계의 가압판에 접합되도록 적용된다. 바람직하게는, 화학적 기계적 연마 패드는 진공 및 감압성 가압판 접착제 중 적어도 하나를 사용하여 가압판에 접합되도록 적용된다.

[0069] 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조되는 화학적 기계적 연마 패드 연마층은 기판을 연마하기 위해 적용되고; 여기서 상기 기판은 자성 기판, 광학적 기판 및 반도체 기판 중 적어도 하나이다. 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조되는 화학적 기계적 연마 패드 연마층은 기판을 연마하기 위해 적용되고; 여기서 상기 기판은 반도체 기판이다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조되는 화학적 기계적 연마 패드 연마층은 기판을 연마하기 위해 적용되고; 여기서 상기 기판은 반도체 웨이퍼이다.

[0070] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서, 케이크로부터 유도된 화학적 기계적 연마 패드 연마층은 연마 표면 (95) 내에 형성된 그루브 패턴 (100)을 갖는 연마 표면을 가진다. 바람직하게는, 그루브 패턴은 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 패드 연마층의 회전시, 하나 이상의 그루브가 연마되는 기판의 표면 상에서 쓸려지도록 그루브 패턴은 연마 표면 상에 배치된 하나 이상의 그루브를 포함한다. 바람직하게는, 하나 이상의 그루브는 곡선형 그루브, 선형 그루브 및 이들의 조합으로 이루어진다.

[0071] 바람직하게는, 그루브 패턴은 복수개의 그루브를 포함한다. 더 바람직하게는, 그루브 패턴은 그루브 디자인으로부터 선택된다. 바람직하게는, 그루브 디자인은 동심원 그루브 (이는 원형 또는 나선형일 수 있음), 곡선형 그루브, 십자 방향 그로브 (예를 들면, 패드 표면에 걸쳐 X-Y 격자로서 배치됨), 다른 규칙적 디자인 (예를 들면, 육각형, 삼각형), 타이어 접지면 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 방향 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.

[0072] 바람직하게는, 그루브 패턴 (100)은 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)의 연마 표면 (95) 내에 형성된 복수 개의 그루브를 포함하고, 여기서 상기 복수개의 그루브는 곡선형 그루브 (120)이다. (도 6 참조).

[0073] 바람직하게는, 그루브 패턴 (100)은 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)의 연마 표면 (95) 내에 형성된 복수 개의 그루브를 포함하고, 여기서 상기 복수개의 그루브는 동심원 그루브 (130)이다. (도 7-8 참조).

[0074] 바람직하게는, 그루브 패턴 (100)은 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)의 연마 표면 (95) 내에 형성된 복수 개의 그루브를 포함하고, 여기서 상기 복수개의 그루브는 선형 X-Y 그루브 (140)이다. (도 9 참조).

[0075] 바람직하게는, 그루브 패턴 (100)은 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)의 연마 표면 (95) 내에 형성된 복수 개의 그루브를 포함하고, 여기서 상기 복수개의 그루브는 동심원 그루브 (130) 및 선형 X-Y 그루브 (140)를 포

함한다. (도 10 참조).

[0076] 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조된 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)은 20 내지 150 mils의 평균 두께,  $T_{P-\text{평균}}$ 를 가진다. 더 바람직하게는, 본 발명의 방법을 사용하여 제조된 화학적 기계적 연마 패드 연마층 (90)은 30 내지 125 mils (더욱 더 바람직하게는 40 내지 120 mils; 가장 바람직하게는 50 내지 100 mils)의 평균 두께,  $T_{P-\text{평균}}$ 를 가진다. (도 5 참조).

[0077] 본 발명의 일부 구현에는 이하에서 하기 실시예에서 상세하게 기재될 것이다.

#### 실시예 1: 화학적 기계적 연마 패드 연마층

[0079] 하기를 함유하는 폴리 사이드 (P) 액체 성분을 제공하였다: 77.62 wt% 고분자량 폴리에테르 폴리올 (Voralux® HF 505 폴리올, Dow Chemical Company로부터 구입가능); 21.0 wt% 모노에틸렌 글리콜; 1.23 wt%의 실리콘 계면 활성제 (Tegostab® B8418 계면활성제, Evonik로부터 구입가능); 0.05 wt%의 주석 촉매 (Fomrez® UL-28, Momentive로부터 구입가능); 및, 0.10 wt%의 3차 아민 촉매 (Dabco® 33LV 촉매, Air Products, Inc.로부터 구입가능). 하기를 함유하는 이소 사이드 (I) 액체 성분을 제공하였다: 100 wt%의 개질된 디페닐메탄 디이소시아네이트 (Isonate™ 181 MDI 예비중합체, Dow Chemical Company로부터 구입가능). 가압 가스 (건조 공기)를 제공하였다.

[0080] (P) 사이드 액체 공급 포트, (I) 사이드 액체 공급 포트 및 4개의 접선방향의 가압 가스 공급 포트를 갖는 축방향 혼합 장치 (MicroLine 45 CSM, Hennecke GmbH로부터 구입가능)를 제공하였다. 폴리 사이드 (P) 액체 성분 및 이소 사이드 (I) 액체 성분을 10,500 kPa의 (P) 사이드 충전 압력, 14,600 kPa의 (I) 사이드 충전 압력 및 1.36의 (I)/(P)의 중량비 (0.95의 반응성 수소기 대 NCO기의 화학양론적 비로 주어짐)로 그것의 각각의 공급 포트를 통해 축방향 혼합 장치로 공급하였다. 가압 가스를 830 kPa의 공급 압력으로 접선방향의 가압 가스 공급 포트를 통해 공급하여 3.7 내지 1의 축방향 혼합 장치를 통한 가스 질량 유량비로 조합된 액체 성분을 제공하여 조합물을 형성하였다. 조합물을 254 m/sec의 속도로 그 안에 형성된 그루브 패턴의 음각 (동심원 그루브의 음각 K7 유형 패턴)을 갖는 주형 기저를 향해 축방향 혼합 장치로부터 배출하여 주형 기저 상에 케이크를 형성하였다. 케이크를 100°C에서 16시간 동안 경화시켰다. 이후 케이크를 주형 기저로부터 이를 분리하기 이전에 실온으로 냉각시켰다. 케이크의 하부 표면을 평평한 선반에서 기계가공하여 연마층을 제공하였다. 이후 연마층을 핫 멜트 접착제를 사용하여 Suba IV 서브패드에 접합시켜 K7 유형 그루브 패턴 (동심원 그루브 20 mil 폭, 30 mil 깊이 및 70 mil 피치)을 갖는 화학적 기계적 연마층이 구비된 화학적 기계적 연마 패드를 제공하였다.

[0081] 및 실시예 1로부터의 연마층을 분석하여 표 3에 기록된 바와 같이 이의 물리적 특성을 결정하였다. 기록된 밀도 데이터는 ASTM D1622에 따라 결정하였고; 기록된 쇼어 D 경도 데이터는 ASTM D2240에 따라 결정하였고; 그리고 기록된 파단 연신율 데이터는 ASTM D412에 따라 결정하였음을 주지한다. IC1000™ 연마층 물질의 물리적 특성에 대한 기록된 값을 또한 비교하기 위해 표 3에 기록하였다.

#### [표 3]

| 특성              | 실시예    |       |
|-----------------|--------|-------|
|                 | 실시예 C1 | 실시예 1 |
| 밀도 (g/cm³)      | 0.76   | 0.72  |
| 쇼어 D 경도, @ 2s   | 56     | 48    |
| G'-40 °C (MPa)  | 118    | 77    |
| G"-40 °C (MPa)  | 11.0   | 8.8   |
| G'-30°C/G'-90°C | 3.6    | 2.7   |
| 인장 강도(MPa)      | 22     | 14    |
| 파단 연신율(%)       | 124    | 171   |
| 인장 탄성률(MPa)     | 260.0  | 113.5 |
| 인성 (MPa)        | 23.7   | 19.4  |

#### 비교 실시예 PC1 및 실시예 P1

#### 화학적 기계적 연마 제거율 실현

[0086] 이산화규소 제거율 연마 시험을 실시예 1에 따라 제조한 화학적 기계적 연마 패드를 사용하여 수행하였고, K7

그루브를 갖는 IC1000<sup>TM</sup> 폴리우레탄 연마 패드 (Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc.로부터 구입가능)를 사용하는 비교 실시예 PC1에서 얻어진 것과 비교하였다. 상세하게는, 각각의 연마 패드에 대한 이산화규소 제거율은 표 4에 제공되어 있다. 연마 제거율 실험을 Novellus Systems, Inc.로부터의 200 mm 블랭킷 S15KTEN TEOS 시트 웨이퍼 상에서 수행하였다. Applied Materials 200 mm Mirra® 연마기를 사용하였다. 20.7 kPa (3 psi)의 다운 포스(down force), 200 ml/min의 슬러리 유속 (Klebosol<sup>TM</sup> 1730 슬러리, Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc.로부터 구입가능), 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.,로부터 구입가능)를 연마 패드를 컨디셔닝시키기 위해 사용하였다. 연마 패드를 30분 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 100% 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 4에 제공되어 있다.

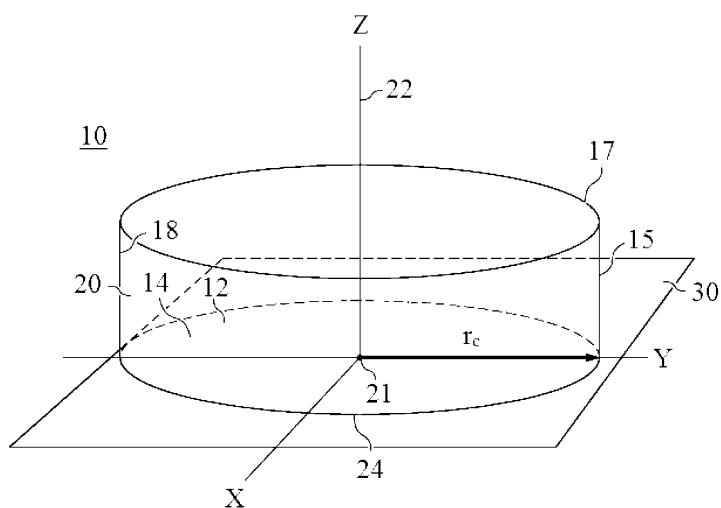
[표 4]

| 실시예 # | 화학적 기계적 연마 패드                     | TEOS 제거율 ( $\text{\AA}/\text{분}$ ) |
|-------|-----------------------------------|------------------------------------|
| PC1   | IC1000 <sup>TM</sup> 패드 w/ K7 그루브 | 2460                               |
| P1    | 실시예                               | 2850                               |

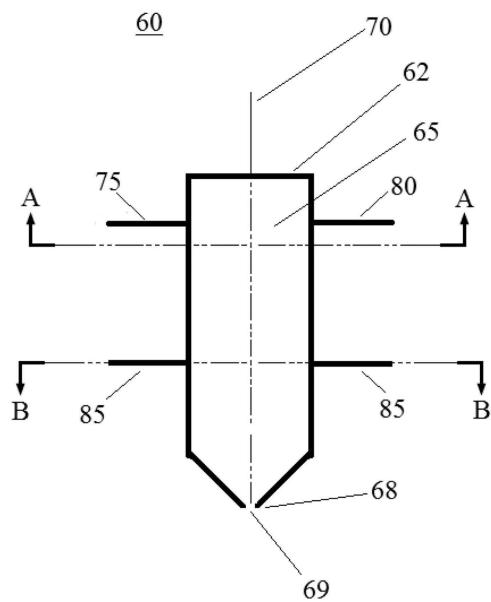
[0088]

## 도면

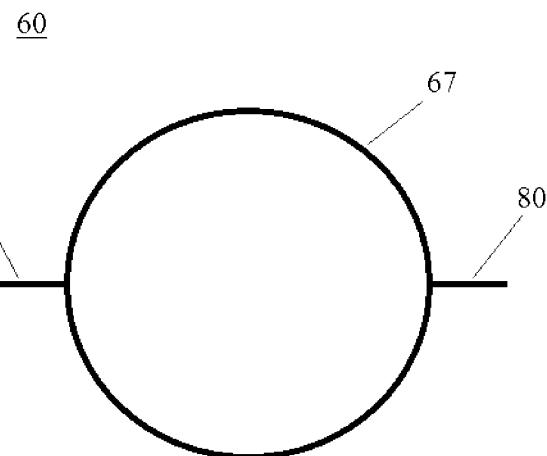
### 도면1



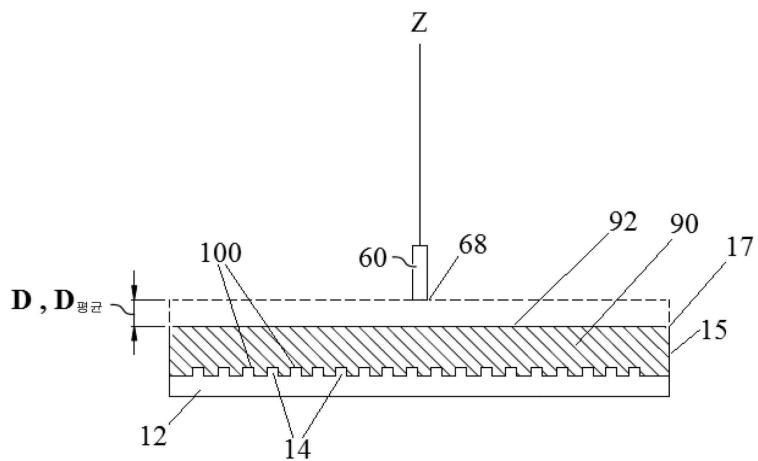
## 도면2



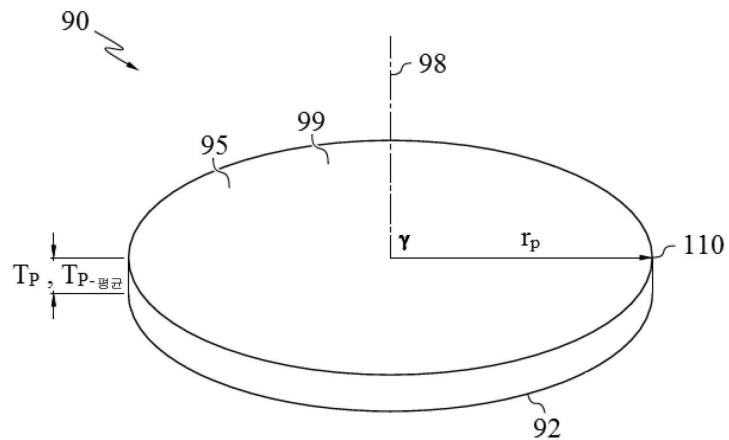
## 도면3



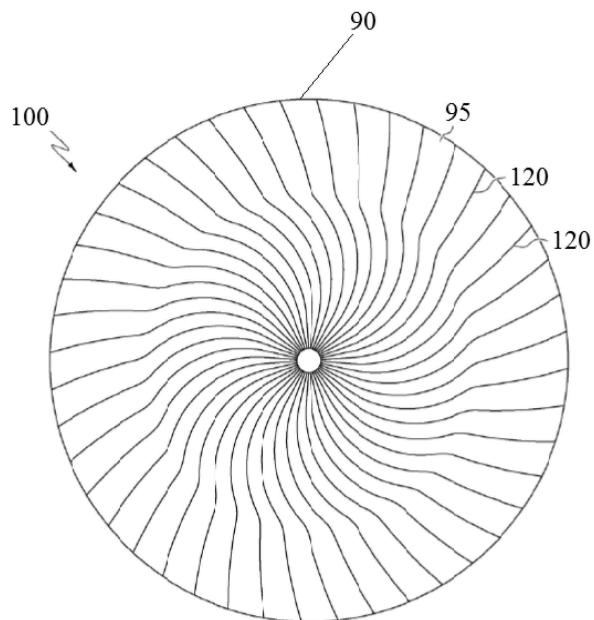
## 도면4



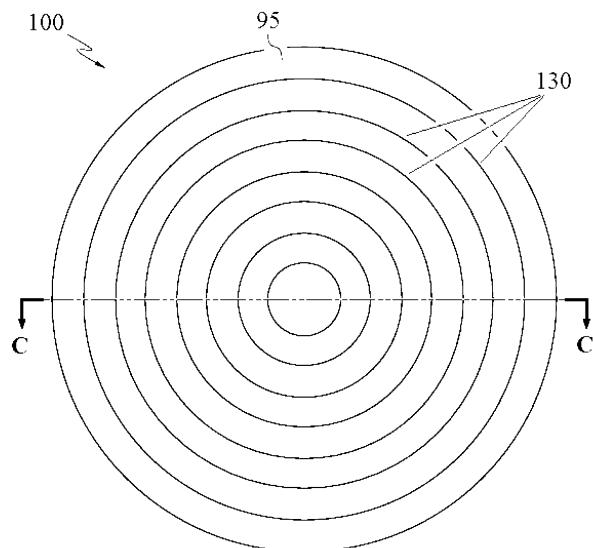
도면5



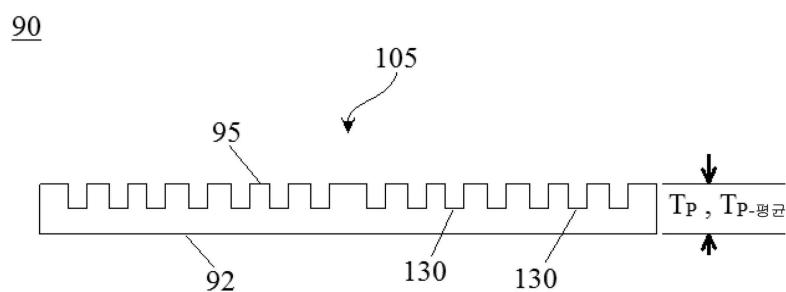
도면6



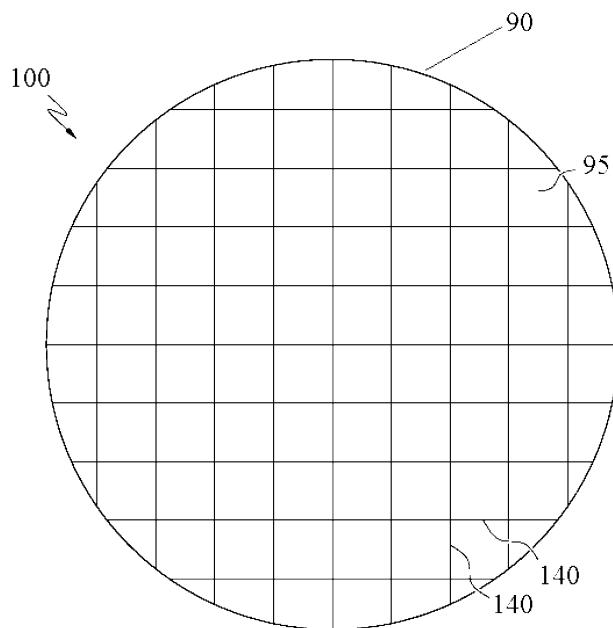
도면7



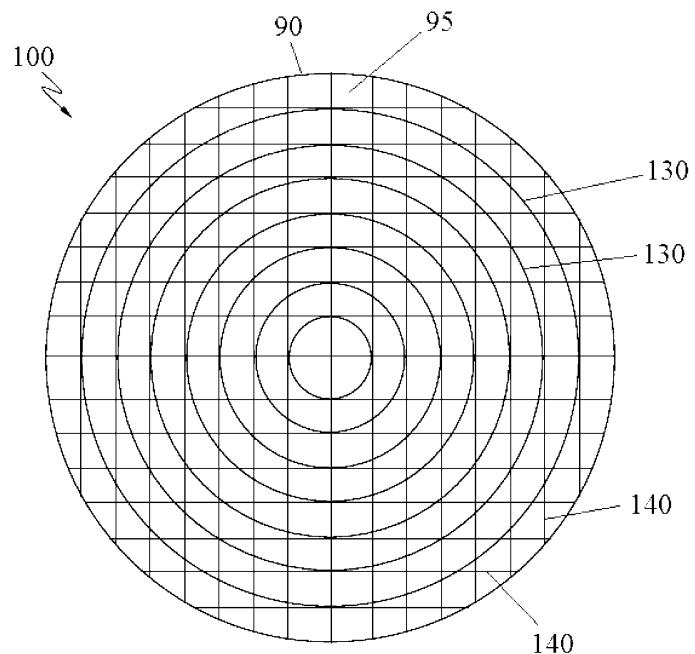
도면8



도면9



도면10



도면11

60

