

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
B22D 19/00

(11) 공개번호 특1999-0036407
(43) 공개일자 1999년05월25일

(21) 출원번호	10-1998-0701076		
(22) 출원일자	1998년02월13일		
번역문제출일자	1998년02월13일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1996/11772	(87) 국제공개번호	WO 1997/06909
(86) 국제출원출원일자	1996년07월16일	(87) 국제공개일자	1997년02월27일
(81) 지정국	EA 유라시아특허 : 러시아 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 독일 영국 룩셈부르크 스웨덴 국내특허 : 아일랜드 오스트레일리아 불가리아 브라질 캐나다 중국 체 크 에스토니아 헝가리 이스라엘 일본 대한민국 라트비아 멕시코 폴 란드 루마니아 싱가포르 슬로바키아 우크라이나		
(30) 우선권주장	8/515849 1995년08월16일	미국(US)	
(71) 출원인	노드롭-그룹만 코포레이션	제임스 씨. 존슨	
	미국 90067 캘리포니아 로스엔젤레스 샌츰리 파크 이스트 1840		
(72) 발명자	스티븐 아트머		
	미합중국, 92503 캘리포니아, 리버사이드, 메리 코트 3350		
	에드워드 스트라세		
	미합중국, 91720 캘리포니아, 코로나, 인디펜던스 웨이 2593		
(74) 대리인	이창훈		

심사청구 : 없음

(54) 예비 세라믹 중합체 수지가 침투된 세라믹 라이너

요약

본 발명은 자동차용 세라믹 라이너(12)를 구비한 주조 가능한 금속 부품을 만드는 것에 관한 것이다. 본 발명은 증가된 온도를 받는 금속 부품의 노출 문제를 해결하며, 기공이 형성된 라이너를 형성하는 단계와; 예비 세라믹 중합체 수지로 기공을 채우는 단계와; 일정 온도에서 일정 시간 동안 예비 세라믹 중합체 수지로 포화된 라이너를 구워, 수지를 기공 내의 세라믹으로 변환시키는 단계를 포함하는 부품을 위한 세라믹(10) 라이너(12)로 구체화된다. 라이너(12)는 기계적으로 접착되거나, 접착적으로 결합될 수 있거나, 또는 금속제 부품이 라이너(12)상에 주조될 수 있다.

대표도

도11

명세서

기술분야

본 발명은 자동차용 세라믹 라이너를 구비한 주형 부품에 관한 것이고, 보다 상세하게는 (1)라이너를 수용하기 위한 접합면을 가지는 금속성 부품을 형성하는 단계와; 기공을 가지는 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계와; 예비 세라믹 중합체 수지(이하, 중합체 유도 세라믹 수지라는 용어로도 사용됨)로 기공들을 채우는 단계와; 일정 온도에서 예비 세라믹 중합체 수지 포화 라이너를 구워, 기공 내의 세라믹으로 수지를 변환시키는 단계와; 세라믹을 금속성 부품의 접합면에 결합하는 단계를 포함하는 내취성 세라믹 라이너를 가지는 금속성 부품의 성형하는 방법, (2)기공을 가지는 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계와; 예비 세라믹 중합체 수지로 기공들을 채우는 단계와; 일정 온도에서 일정 시간 동안 예비 세라믹 중합체 수지 포화 라이너를 구워, 기공 내의 세라믹으로 수지를 변환시키는 단계와; 접합면이 금속 부품을 형성하는 금속에 의하여 점유되는 성형기의 일부분에 직면하도록, 상기 금속 부품용 성형기 내에 라이너를 배치하는 단계와; 일체의 캐스트-인-플레이스(cast-in-place) 세라믹 주입으로 상기 부품을 형성하도록 용융된 금속으로 성형기를 채우는 단계를 포함하는 동일한 결과를 달성하기 위한 방법, 및 (3)섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물에서 채택할 수 있는 총칭적(generic) 섬유 시스템(이하, 보강 섬유라는 용어로도 사용됨)의 섬유로부터 부품의 형상으로 예비 성형체를 형성하는 단계와; 부품의 형상을 가지는 성형기의 공동에 예비 성형체를 배치하는 단계와; 공동을 채우도록 공동을 통하여 액상의 중합체 유도 세라믹 수지를 가압하여 예비 성형체를 포화시키는 단계와; 중합체 유도 세라믹 수지와 관련된 일정 온도에서 일

정 시간 동안 성형기를 가열하여, 액상의 중합체 유도 세라믹 포화 예비 성형체를 중합체 합성물 부품으로 변형시키는 단계와; 성형기로부터 중합체 합성물 부품을 제거하는 단계와; 중합체 유도 세라믹 수지와 관련된 일정 온도에서 일정 시간 동안 불활성 대기에서 중합체 합성물 부품을 구워, 중합체 유도 세라믹 수지를 세라믹으로 변형시키는 것에 의하여, 중합체 합성물 부품을 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품으로 변형시키는 단계를 포함하는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물(FRCMC, fiber reinforced ceramic matrix composite) 부품 및 라이너를 형성하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

자동차 등의 내연기관의 작동 온도는 연료의 보다 완전 연소에 따른 방사 오염물을 감소시키는 목적을 위하여 향상된 연소 효율 및 공연비의 감소와 같은 다양한 이유 때문에 증가되었다. 따라서, 이러한 증가된 온도를 받는 금속성 부품을 보호하는 데 필요한 대응물이 제안되었다. 종래에 있어서 한정된 성공으로 시도된 자명한 접근은 세라믹으로 금속성 부품을 덧대는 것이다. 그러므로, 예를 들어, 우리는 도 1에 도시된 바와 같은 모놀리식 세라믹 라이너(12)를 구비한 배기 매니폴드(10)와, 종래로부터 공지된 도 2에 도시된 바와 같은 세라믹 라이너(12)를 구비한 파워 헤드(14)를 사용한다.

이러한 종래의 접근의 문제는 도 3을 참조하여 가장 잘 이해될 수 있다. 확대도로 도시된 바와 같이, 종래 기술에서 채용된 바와 같은 모놀리식 세라믹 물질의 라이너(12)는 전체에 걸쳐서 다수의 기공(16)을 가지는 다공성 물질이다. 그러므로, 종래의 라이너(12)는 통상적인 내식성과 함께 아주 약하며, 부품이 떨어지거나, 충격을 받거나 또는 큰 힘을 받으면, 쉽게 파손된다. 파워 헤드(14)의 라이너(12)는 파손되어 작동 엔진의 내부로 떨어지면, 엔진의 실린더 내부는 대체로 단단한 세라믹 가장자리 경계에 의하여 심하게 흠집이 나게 될 것이다. 파워 헤드(14)와 배기 매니폴드(10) 때문에, 세라믹 라이너에 있어서 어떠한 틈새 또는 파손은 궁극적으로 보호받지 못하는 밀에 놓인 금속의 파손 또는 손상이 따르게 된다. 배기 매니폴드(10) 또는 파워 헤드(14)를 통한 균열은 부품의 완전한 교체를 필요로 하게 된다.

또한, 종래 기술에 따른 모놀리식 세라믹 물질을 구비한 부품의 라이닝은 약하며, 비싸고 시간을 많이 소모한다.

그러므로, 본 발명의 목적은 파손 및 부식에 대하여 내성을 가지는 자동차의 내연기관 부품용 세라믹 라이닝을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 단순하며, 저렴하고, 자동차 부품과 관련된 높은 비율의 제조 스케줄을 부과하지 않도록 신속하게 조립될 수 있는 자동차 내연기관 부품에 대한 세라믹 라이닝을 적용하기 위한 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 라이닝이 주형 공정의 일부로서 부품에 주조되는 자동차 내연기관 부품에 대한 세라믹 라이닝을 적용하기 위한 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 자동차 내연기관 부품을 라이닝하는데 사용하기 위한 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 예비 성형체를 생성하여, 자동차 내연기관 부품을 제조하는 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적 및 이점들은 첨부된 도면과 연결하여 명세서가 읽혀질 때 명세서의 기술로부터 명백하게 될 것이다.

발명의 상세한 설명

선행의 목적들은, 라이너를 수용하기 위한 접합면을 가지는 금속성 부품을 형성하는 단계와; 기공을 가지는 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계와; 예비 세라믹 중합체 수지로 기공들을 채우는 단계와; 일정 온도에서 일정 시간(제조자에 의하여 지정됨) 동안 예비 세라믹 중합체 수지 포화 라이너를 구워, 수지를 기공 내의 세라믹으로 변환시키는 단계와; 세라믹 라이너를 금속성 부품의 접합면에 결합하는 단계를 포함하는 내취성 세라믹 라이너를 가지는 금속성 부품을 형성하는 방법에 의한 본 발명의 제 1 양태에서 달성된다.

한 실시예에서, 기공을 가지는 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계는 저렴한 주조 가능한 시멘타이트 성 슬러리를 라이너 형상의 성형기 내로 붓는 단계와, 주조된 슬러리 물질을 일정 온도에서 일정 시간 동안 구워, 취급 가능한 예비 세라믹 성형체로 변환시키는 단계와, 성형기로부터 예비 세라믹 성형체를 제거하는 단계와, 예비 세라믹 성형체를 일정 온도에서 일정 시간 동안 구워, 가스 배출에 의하여 형성된 기공을 가지는 세라믹 성형체로 변환시키는 단계를 포함한다. 그리고, 중합체 유도 세라믹 수지로 기공을 채우는 단계는 기공이 수지로 포화될 때까지 예비 세라믹 중합체 수지를 수용하는 조(bath) 안으로 라이너를 배치하는 단계를 포함한다. 바람직하게, 수지는 구조 카르복실기 수지(블랙글래스(blackglas)라는 상표로 앨리드 시그널(Allied Signal)에 의하여 판매됨)이다.

제 2 실시예에서, 기공을 가지는 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계는 성형기 용적의 30 내지 60%를 점유하도록 라이너 형상의 성형기로 섬유 예비 성형체를 위치시키는 단계와, 액상의 예비 세라믹 중합체 수지로 나머지 용적을 채우도록 예비 성형체를 통하여 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 가압하는 단계와, 일정 온도에서 일정 시간 동안 성형기를 구워, 취급 가능한 예비 세라믹 성형체로 변환시키는 단계와, 성형기로부터 예비 세라믹 성형체를 제거하는 단계와, 예비 세라믹 성형체를 일정 온도에서 일정 시간 동안 구워, 가스 배출에 의하여 형성된 기공들을 가지는 세라믹 매트릭스 합성물 성형체로 변환시키는 단계를 포함한다. 바람직하게, 액상의 예비 세라믹 중합체 수지는 예를 들어 블랙글래스와 같은 구조 카르복실기 수지이다.

선행의 목적들은, 기공을 가지는 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계와; 예비 세라믹 중합체 수지로 기공들을 채우는 단계와; 일정 온도에서 일정 시간(제조자에 의하여 지정됨) 동안 예비 세라믹 중합체 수지 포화 라이너를 구워, 수지를 기공 내의 세라믹으로 변환시키는 단계와; 라이너의 접합면이 부품을 형성하는 금속에 의하여 점유될 성형기의 일부에 마주하도록, 금속성 부품용 성형기 내에 라이너를 배치하는 단계와; 부품을 형성하도록 용융된 금속으로 성형기를 채우는 단계를 포함하는 내취성 세라믹 라이너

를 가지는 금속성 부품을 형성하는 방법에 의한 본 발명의 제 2 양태에서 달성된다.

제 1 양태에 대하여, 기공을 가지는 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계는 상기된 어떠한 접근도 포함할 수 있다. 그리고, 중합체 유도 세라믹 수지로 기공을 채우는 단계는 기공될 수지로 포화될 때까지 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 수용하는 조 안으로 라이너를 배치하는 단계와, 예비 세라믹 중합체 수지 포화 라이너를 일정 온도에서 일정 시간 동안 구워, 수지를 기공 내의 세라믹으로 변환시키는 단계를 포함한다.

가스 배출에 의하여 형성된 기공이 채워지는 모든 경우에 있어서, 최종 제품으로부터 기공을 제거하도록 시각적이고 전체적으로 기공 충전 및 재가열 공정을 몇 번씩 반복하는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 양태에서, 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물에서 채택가능한 총칭적 섬유 시스템의 섬유로부터 부품의 형상으로 예비 성형체를 형성하는 단계와; 부품의 형상을 가지는 성형기의 공동에 예비 성형체를 배치하는 단계와; 공동을 채우도록 공동을 통하여 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 가압하여 예비 성형체를 포화시키는 단계와; 중합체 유도 세라믹 수지와 관련된 일정 온도에서 일정 시간 동안 성형기를 가열하여, 액상의 중합체 유도 세라믹 포화 예비 성형체를 중합체 합성물 부품으로 변형시키는 단계와; 성형기로부터 중합체 합성물 부품을 제거하는 단계와; 중합체 유도 세라믹 수지와 관련된 일정 온도에서 일정 시간 동안 불활성 대기에서 중합체 합성물 부품을 구워, 중합체 유도 세라믹 수지를 세라믹으로 변형시키는 것에 의하여, 중합체 합성물 부품을 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품으로 변형시키는 단계를 포함하는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 자동차 부품을 제조하는 방법이 개시된다.

바람직하게, 방법은 또한 액상의 중합체 유도 세라믹 수지로 기공을 채우도록 굽는 동안 가스의 배출에 의하여 형성된 기공을 가지는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품을 액상의 중합체 유도 세라믹 수지의 조 안으로 침지시키는 단계와; 중합체 유도 세라믹 수지와 관련된 일정 온도에서 일정 시간 동안 불활성 대기에서 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물을 구워, 기공에 있는 중합체 유도 세라믹 수지를 세라믹으로 변형시키는 단계와; 최종 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품 내의 기공 밀도가 부품에 최대 강도를 부여하는 사전 확립된 비율 이하일 때까지 상기 공정을 반복하는 단계를 포함한다.

바람직한 방법은 또한 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물에서 채택 가능한 총칭적 섬유 시스템의 섬유로부터 매니폴드의 하부 부분의 형상으로 제 1 예비 성형체를 형성하는 단계와; 매니폴드의 하부 부분의 형상을 가지는 제 1 성형기의 공동에 제 1 예비 성형체를 배치하는 단계와; 공동을 채우도록 공동을 통하여 액상의 중합체 유도 세라믹 수지를 가압하여, 제 1 성형기를 포화시키는 단계와; 중합체 유도 세라믹 수지와 관련된 일정 온도에서 일정 시간 동안 제 1 성형기를 가열하여, 제 1 액상의 중합체 유도 세라믹 수지 포화 예비 성형체를 제 1 중합체 합성물 부품으로 변형시키는 단계와; 성형기로부터 제 1 중합체 합성물 부품을 제거하는 단계와; 총칭적 섬유 시스템으로부터 매니폴드의 상부 부분의 형상으로 제 2 예비 성형체를 형성하는 단계와; 매니폴드의 상부 부분의 형상을 가지는 제 2 성형기의 공동에 제 2 예비 성형체를 배치하는 단계와; 중합체 유도 세라믹 수지와 관련된 일정 온도에서 일정 시간 동안 제 2 성형기를 가열하여, 제 2 액상의 중합체 유도 세라믹 수지 포화 예비 성형체를 제 2 중합체 합성물 부품으로 변형시키는 단계와; 성형기로부터 제 2 중합체 합성물 부품을 제거하는 단계와; 중공의 도관 형상의 부품으로서 매니폴드를 형성하도록 접합 가장자리를 따라서 제 1 중합체 합성물 부품과 제 2 중합체 합성물 부품을 서로 맞추는 단계와; 중합체 유도 세라믹 수지와 관련된 일정 온도에서 일정 시간 동안 불활성 대기에서 중합체 합성물 매니폴드를 구워, 중합체 유도 세라믹 수지를 세라믹으로 변형시키는 것에 의하여, 중합체 합성물 매니폴드를 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 매니폴드로 변형시키고 상부 및 하부 부분을 접합 가장자리를 따라서 융합하는 단계를 채택하는 것에 의하여 기관 매니폴드와 같은 중공의 부품을 형성하는 데 적합하다.

가스 배출에 의하여 형성된 기공들은 바람직하게 결과적인 매니폴드에 최대 강도를 주어 접합 가장자리를 따라서 존재할 수 있는 어떠한 누출도 밀봉하도록 상기된 방식으로 바람직하게 밀봉된다.

매니폴드가 세라믹 성형체 축매 기관 구조물로 일체적으로 채워지는 배기 매니폴드인 경우에, 공정 및 필요한 가공은 매니폴드의 상부 부분의 형상을 가지는 제 2 성형기의 공동에 제 2 예비 성형체를 배치하는 단계에 앞서, 제 2 성형기의 공동을 한정하는 벽의 일부로서 제 1 예비 성형체를 배치하는 단계와, 제 1 예비 성형체에 세라믹 성형체 축매 기관 구조물을 배치하는 것에 의하여 제 1 예비 성형체와 세라믹 성형체 축매 기관 구조물이 조합하여 제 2 벽의 공동의 일부를 형성하는 단계를 추가적으로 포함하는 것에 의하여 크게 단순화될 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 모놀리식 세라믹 라이닝된 자동차의 배기 매니폴드의 단순 단면도.

도 2는 종래의 모놀리식 세라믹 라이닝된 자동차의 파워 헤드의 단순 단면도.

도 3은 도 1 및 도 2의 종래 기술에서 채택된 모놀리식 세라믹 물질에 형성된 기공을 도시하는 확대도.

도 4는 제 1 실시예에 있어서 본 발명에 따른 세라믹 라이닝된 자동차 부품을 제조하는 데 있어서 제 1 단계의 단순 단면도.

도 5는 본 발명에 따른 세라믹 라이닝된 자동차 부품을 제조하는 데 있어서 제 2 단계의 단순 단면도.

도 6은 발명에 따른 세라믹 라이닝된 자동차 부품을 제조하는 데 있어서 제 3 단계의 단순 단면도.

도 7은 제 2 실시예에 있어서, 발명에 따른 세라믹 라이닝된 자동차 부품을 제조하는 데 있어서 제 3 단계의 단순 단면도.

도 8은 제 2 실시예에 있어서, 발명에 따른 세라믹 라이닝된 자동차 부품을 제조하는 데 있어서 제 4 단계의 단순 단면도.

도 9는 바람직한 실시예에 있어서, 본 발명을 실시하는 데 사용하기 위한 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합

성물 예비 성형체를 제조하는 기본 단계의 작용 블록도.

도 10은 본 발명의 바람직한 실시예에 추가되는 단계들의 작용 블록도.

도 11은 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 예비 성형체 실린더 슬리브를 제조하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에서 사용되는 성형기의 상세 단면도.

도 12는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 예비 성형체 피스톤을 제조하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에서 사용되는 성형기의 상세 단면도.

도 13은 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 예비 성형체 실린더 헤드 라이너를 제조하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에서 사용되는 성형기의 상세 단면도.

도 14는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 매니폴드의 한쪽 절반부를 제조하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에서 사용되는 성형기의 단순 단면도.

도 15는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 매니폴드의 접합 절반부를 제조하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에서 사용되는 성형기의 단순 단면도.

도 16은 도 14 및 도 15에서 만들어진 매니폴드의 2개의 절반부가 구워지는 동안 어떻게 연결되어 융합되는지를 도시한 단순 단면도.

도 17은 제 1 절반부와 세라믹 성형체 코어가 필요한 가공을 감속시키도록 성형기의 일부로서 사용될 때 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 매니폴드의 접합 절반부를 제조하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에서 사용되는 성형기의 단순 단면도.

실시예

본 발명의 제 1 양태에 따라서, 상기된 바와 같은 전형적인 종래 기술의 세라믹 라이닝은 이것을 중합체 유도 세라믹 매트릭스 합성물(CMC) 물질로서 만드는 것에 의하여 파손에 대하여 내성을 가진다. 종래의 중합체 유도 CMC에 있어서, 총칭적 섬유 시스템은 예비 세라믹 중합체 수지 전체에 걸쳐서 지급된다. 혼합물은 그런 다음 세라믹 물질로 수지를 변환시키는 것에 의하여 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물(FRCMC) 물질의 부품을 형성하도록 순차적으로 물질 공급기에 의하여 권유된 바와 같이 일정 온도에서 일정 시간 동안 구워진다. 본 발명의 이러한 양태에서, 낮은 강도, 다공성 세라믹 물질은 다음의 방법으로 섬유 시스템을 위하여 적합하게 된다.

세라믹으로 금속성 부품을 라이닝하기 위한 하나의 기술은 도 4에 도시된 바와 같이 금속성 부품을 맞추도록 형상화된 접합면(20)을 가지는 성형기(18)를 만드는 것이다. 주형 후에, 결과적인 라이너(12)는 그런 다음 의도된 위치에서 금속성 부품에 맞추어지고, 상업적으로 이용가능한 고온 접착제 등을 이용하여 적소에서 유지 또는 결합된다. 본 발명에 따라서 이러한 실시예를 사용하도록, 라이너(12)는 아렘코(AREMC)에 의하여 세라마캐스트(Ceramacast)라는 상표로 상업적으로 판매되는 시멘타이트성 슬러리 물질(그러나 이에 한정되지는 않는다)을 이용하여 도 4에 도시된 바와 같이 유용한 방법으로 주조된다. 주조 라이너(12)는 저항도의 세라믹 라이너(12')를 형성하도록 제조자에 의하여 개시된 바와 같은 유용한 방식으로 구워진다. 본 발명에 따라서, 세라믹 라이너(12')는 그런 다음 예비 세라믹 중합체 수지(24)의 조를 수용하는 용기(22)에 침지된다. 바람직한 수지는 예비 세라믹 중합체, 규소 카르복실기 수지(블랙글래스(blackglas)라는 상표로 앨리드 시그널(Allied Signal)에 의하여 판매)이다. 블랙글래스 수지는 실질적으로 물과 동일한 점성을 가진다. 그러므로, 쉽게 침투하여 기공(16)을 채운다. 많은 액상의 수지 물질은 보다 벌집형 점성을 가진다. 이러한 수지는 기공(16)을 채울 수 없으며, 그러므로, 본 발명의 목적을 달성할 수 없다. 수지(24)가 주조 라이너(12)의 기공(16)을 포화시켰을 때, 세라믹 라이너(12')는 수지 제조자에 의하여 개시된 일정 온도에서 일정 시간 동안 다시 구워지며, 이는 수지(24)를 기공(16) 내의 수지로 변환시키는 것에 의하여 CMC 라이너(12'')를 만든다.

도 7 및 도 8에 도시된 대안적인 실시예에서, 공정은 크게 단순하게 되고, 라이너(12'')와 이와 관련된 부품(26) 사이의 결과적인 계면은 미리 존재하는 내성의 CMC 라이너(12'') 바로 위/주위에 있는 금속성 부품(26)을 주조하는 것에 의하여 강화된다. 라이너(12)는 먼저 도 4에서와 같은 주조된다. 세라믹 라이너(12')를 형성하도록 라이너(12)를 굽고, 수지(24)로 기공(16)을 채우고, CMC 라이너(12'')를 생성하도록 세라믹 라이너(12')를 굽는 도 5에 대하여 상기된 단계 후에, CMC 라이너(12'')는 금속에 의하여 점유될 성형기(30)의 공간에 마주하는 도 7에 도시된 바와 같은 부품(26)을 위하여 금속(32)을 주조하기 위하여 화합할 수 있는 성형기(30) 내에 배치된다. 성형기(30)는 그런 다음 금속(32)이 냉각되어 경화될 때 금속(32)내에서 적소에 확실하게 유지되는 라이너(12'')를 구비한 부품(26)을 형성하도록 도 8에 도시된 바와 같은 용융된 금속(32)으로 채워진다. 라이너(12'')가 내성의 CMC이기 때문에, 열에 의한 손상이 없이 금속 주조 공정의 온도에 내성을 가질 수 있다.

그러므로, 세라믹 자동차 부품 라이너의 강도를 향상시키고 금속의 자동차 부품에 직접 라이너를 주조하기 위한 상기된 대안적인 방법은 상세하게 기술될 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 세라믹 매트릭스 합성 물질의 자동차 부품 또는 라이너를 형성하기 위한 수지 전이 성형(RTM, Resin Transfer Molding) 방법 및 장치이다. 기본적인 RTM 실시예의 단계들에 대한 작용 블록도가 도 9에 도시되어 있다.

제 1 단계는 사용될 총칭적 섬유 시스템으로부터 일정 형상의 예비 성형체를 형성하는 것이다. 이것은 그런 다음 예비 성형체 성형기로 삽입되고, 성형기는 밀봉된다. 바람직한 실시예에서, 총칭적 섬유 시스템은 성형기의 내부 용적의 30%로부터 대략 60%까지 점유한다. 대안적이지만 바람직하지 않은 실시예에서 성형기는 용적에 의하여 동일한 패킹 밀도로 총칭적 섬유 조각으로 채워질 수 있다. 예비 세라믹 중합체 수지는 그런 다음 성형기의 나머지 내부 용적을 채우도록 섬유들을 통하여 가압된다. 바람직한 수지는 이전에 기술된 예비 세라믹 중합체, 규소 카르복실기 수지(블랙글래스(blackglas)라는 상표로 앨리드 시그널(Allied Signal)에 의하여 판매)이다. 이러한 것은 낮은 점성 때문에, 총칭적 섬유 예비 성형체를 통하여 가압되어, 높은 용적 밀도로 포화된다. 섬유 밀도가 높으면 높을수록, 부품을 보다 강하게 될 수

있다. 그러므로, 보다 높은 점성의 수지를 사용하는 것은 섬유용 패킹 밀도가 크게 감소되어야만 되어, 부품의 강도에 있어서 상응하는 감소가 따른다.

성형기 내의 수지 침투 예비 성형체는 그런 다음 섬유 예비 성형체를 포화시키는 수지를 중합화하도록 충분한 시간 동안 일정 레벨로 가열된다. 예비 성형체는 그런 다음 이것의 완전한 강도를 아직까지 가지지 않지만 취급될 수 있을 정도로 세라믹에 있는 도기 용품의 특징을 나타낸다. 중합체 예비 성형체는 성형기로부터 제거되고, 그런 다음 중합체를 세라믹화하도록 수지의 제조자에 의하여 설정된 바와 같은 일정 온도에서 일정 시간 동안 구워진다. 그러므로, 기본적인 성형에 있어서, 부품 또는 라이너는 바람직하게 대략 50% 용적의 섬유 성분을 가지는 세라믹 매트릭스 합성물로서 형성된다.

중합체를 세라믹으로 변화시키는 굽는 공정은 가스 배출로 인한 기공의 형성을 일으키고, 가스 배출은 굽는 공정 동안 발생한다. 결과적인 세라믹 부품은 대략 70%의 고형물과 30%의 가스 배출에 의한 기공이다. 이러한 것에 대하여, 자동차 부품을 덧대도록 이전에 사용된 모놀리식 세라믹과 같다. 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품들은 물론 높은 섬유 성분 때문에 모놀리식 부품 보다 훨씬 강하다. 그러나, 동일한 기술이 한층 강한 부품을 만들도록 사용될 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서, 바로 그러한 것이 도 10에 도시된 바와 같이 수행된다. 세라믹 예비 성형체는 액상의 블랙글라스 수지(또는 등가물)에 침지된다. 이러한 것이 물같은 점성의 수지를 부품에 있는 30%의 기공에 채워지도록 한다. 부품은 그런 다음 수지의 제조자에 의하여 지시된 일정 온도에서 일정 시간 동안 다시 한번 구워진다. 이러한 것은 30%의 기공 내에서 수지를 세라믹으로 변환되게 한다. 그러나, 굽는 공정은 30%의 용적의 30%를 배출되게 한다. 그래서, 부품은 액상의 수지에 다시 한번 침지되고 세 번 구워진다. 이러한 공정은 기공의 제거가 필요한 레벨에 달성될 때까지 반복될 수 있다. 결과적인 부품은 언급할 만한 가스 배출 기공이 없는 대략 95 내지 98%의 세라믹 및 섬유이다. 그러므로, 이것이 최대 강도를 가진다.

상기된 공정에 따라서 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 실린더 슬리브를 제조하기 위한 RTM 성형기(34)가 도 11에 도시되어 있다. 성형기(34)는 성형기의 바닥과 원통형 중심을 한정하는 베이스/멘드릴(mandrel) 공구 부분(36)을 포함한다. 상부 캡 공구(40)는 성형기를 밀폐하여 밀봉한다. 슬리브 섬유 예비 성형체(42)는 베이스/멘드릴 공구 부분(36)의 원통형 중심 위에서 미끄러진다. 2개의 절반 측부(38)들은 상부 캡 공구(40) 주위에 위치되고, 예비 성형체(42)는 적소에 놓인다. 전체 성형기(34)는 그런 다음 관통 볼트(44)와 너트(46)에 의하여 서로 고정된다.

예비 성형체(42)에 의하여 점유되는 성형기 내부 용적은 지점(50)에서 일련의 공급 보어(48)들에 의하여 수지 저장부에 연결된다. 상부 캡 공구(40)는 지점(54)에서 내부 주형 용적은 진공원에 연결하는 일련의 드레인 보어(52)를 포함한다. 수지의 물같은 밀도 때문에, 부품들 사이의 내부 누출은 필요에 따라 0링(56)들에 의하여 방지되어야 한다.

성형기가 예비 성형체(42)로 적소에서 밀폐되어 밀봉되도록, 진공원(54)은 진공을 생성시키기 위하여 작동되고, 수지 저장부(50)로의 경로는 개방된다. 압력하의 수지(58)는 예비 성형체(42)가 수지(58)로 전체적으로 포화될 때까지 진공원(54)으로부터 진공과 압력의 조합으로부터 예비 성형체(42)를 통하여 성형기(34) 내로 가압된다. 성형기(34)는 그런 다음 성형기(34)로부터 중합화된 예비 성형체(42)를 해제하도록 상기된 공정의 역으로 분리된다.

도 12는 RTM 공정에 따른 모든 세라믹 합성 물질인 피스톤을 제조하는 데 사용된 성형기(34')를 도시한다. 예비 성형체(42')는 원통형 측벽과 밀폐된 상부를 가지는 피스톤 형상을 한다. 베이스/멘드릴 공구 부분(36)은 도시된 바와 같이 피스톤 예비 성형체(42')의 내부 형상에 맞추어지는 변형된 중심 부분을 가진다. 그 외에, 성형기(34') 및 이를 사용하는 방법은 도 11의 성형기(34)에 대하여 설명된 것과 같다.

실린더 헤드용 라이너와 같이 대체로 평평한 물체를 위하여, 도 13에 도시된 바와 같은 성형기(34'')가 사용될 수 있다. 이러한 경우에, 멘드릴 부분은 필요하지 않다. 그러므로, 성형기(34'')는 캡 공구 부분(40')과 결합하는 베이스 공구 부분(36')을 포함한다. 또한, 보다 많은 보어(48)들이 예비 성형체(42'')의 완전한 포화를 취하도록 요구될 수도 있다.

매니폴드와 같은 완전하게 밀폐된 도관 형태의 부품은 본 발명의 동일 RTM 공정에 따라서 만들어질 수 있다. 이러한 부품을 만드는 몇 개의 도 14 내지 도 17에 도시되어 있다. 도 14 및 도 15에서, 각각 매니폴드의 절반부를 만들기 위한 2개의 성형기(34'''')가 도시되어 있다. 도 14의 성형기(34'''')는 상기된 공정에 따라서 상부 절반부를 만들고, 도 14의 성형기(34'''')는 바닥 절반부를 만든다. 2개의 중합화된 절반부 예비 성형체(42'''')는 그런 다음 도 16에 도시된 바와 같이 서로 “스냅” 결합된다. 이것들이 수지를 세라믹화하도록 연속적으로 구워질 때, 2개의 측부 조인트들이 서로 융합되는 것에 의하여, 2개의 절반부 예비 성형체(42'''')들이 하나의 세라믹 부품으로 결합된다.

측매 기관으로서 세라믹 성형체(60)를 통합하는 배기 매니폴드의 경우에, 바닥 절반부 예비 성형체(42'''')와 결합하는 형상의 성형체는 성형기(34'''')의 부품으로서 사용되는 것에 의하여 성형기 캡(40'')의 가공 뿐만 아니라 조립 공정을 크게 단순화할 수 있다.

그러므로, 일반적인 용어로 본 발명이 기술되었으며, 본 발명에 의하여 만들어지고 테스트된 3개의 특정 부품예가 기술된다.

예 1: FRCMC 실린더 슬리브의 제조

1. 알루미나, 알텍스(Altex), 넥스텔(Nextel) 312, 넥스텔 440, 넥스텔 510, 넥스텔 550, 규소 질화물, 규소 탄화물, HPZ, 흑연, 탄소 및 토탄과 같지만 이에 한정되지 않는 섬유로부터 필요한 크기의 원통형상의 예비 성형체(합성물 적용을 위하여 작조 합성물을 예비 성형하는 다수의 미합중국 벤더(vendors)임)를 제조 또는 구입. 예비 성형체는 주형 공구에 적재될 때 밀폐된 공구 내에서 30 내지 60%의 개방 용적을 취하도록 만들어져야 한다. 이 예에서, 예비 성형체는 발명자에 의하여 손으로 만들어졌다.

2. 그런 다음, 예비 성형체는 산업적인 최상의 입자와 같이 적용되는 섬유 계면 도포재가 적용되었었다. 현재 본 출원의 양도인인 노드롭 코포레이션은 “예비 성형체 제조 방법 및 장치”라는 명칭을 가지는 미

합중국 특허 제 5,034,181 호, 인성 세라믹 섬유 매트릭스 합성물을 위한 사전 균열된 섬유 도포재를 형성하는 방법”이라는 명칭을 가지는 미합중국 특허 제 5,110,771 호, “인성 세라믹 섬유 매트릭스 합성물을 위한 비결합된 다층의 섬유 도포재”라는 명칭을 가지는 미합중국 특허 제 5,275,894 호, “인성 비산화 세라믹 매트릭스 합성물을 위한 연성 섬유 도포재를 형성하는 방법”이라는 명칭을 가지는 미합중국 특허 제 5,162,271 호, “인성 세라믹 매트릭스 합성물을 위한 미충진된 기공을 구비한 내취성 섬유 도포재”라는 명칭을 가지는 미합중국 특허 제 5,221,578 호를 포함하는 계면 도포재의 적용에서 다수의 특허를 가지고 있으며, 이러한 기술은 참조에 의하여 본 명세서에 통합된다. 또한 엘리트 시그널 또는 신터리얼스는 구입된 서비스로서 계면 도포재를 적용할 수 있는 상업 회사이다. 이 예에서, 계면 도포재는 상기 참조된 계류 중인 출원에서 기술된 바와 같이 본 발명자들에 의하여 적용되었다.

3. 원통 형상의 예비 성형체는 그런 다음 공구의 맨드릴 부분에 배치되고, 성형기는 그 주위가 밀폐되어 밀봉된다. 높은 섬유 용적의 예비 성형체와 같은 일부 예에서, 유압 공정 등이 성형기를 밀폐하도록 필요하게 될 수 있다는 점에 유의해야 한다.

4. 성형기에 있는 하부의 공급공들은 밸브를 구비한 가요성 튜브를 통하여 블랙글라스 수지를 수용하는 용기에 연결된다. 상부 통기공은 밸브를 구비한 가요성 정화 튜브를 통하여 진공원에 부착된다. 두 밸브는 초기에 수지가 성형기를 통하여 흡입되도록 개방된다.

5. 블랙글라스 수지를 구비한 용기는 성형기를 통하여 수지를 가압하는 경향이 있는 포지티브압을 생성하도록 15 PSI이상의, 즉 대기압 이상의 압력이 가해진다. 공기 거품이 진공(출구) 측부 상에 있는 튜브에 존재하지 않도록, 수지가 성형기를 통하여 흐를 때, 두 밸브는 밀폐된다.

6. 봉입된 예비 성형체와 수지 혼합물을 구비한 성형기는 그런 다음과 같은 사이클에 의하여 가열된다:

A) 2.7° /min으로 51.4°C (150°F)까지 대기로부터 램프(ramp)

B) 30분 동안 51.4°C로 유지

C) 134°C (300°F)까지 1.7° /min에서 램프

D) 60분 동안 134°C로 유지

E) 부품을 완전히 성형하도록 온도가 45.8°C (140°F) 이하가 될 때까지 1.2° /min으로 냉각.

이는 유용한 하드웨어를 생산하는 다양한 가열 사이클 한정으로, 이는 단지 하나의 예이며 이에 한정되는 것은 아니라는 것에 유의해야 한다.

7. 성형기의 냉각으로, 성형기는 분리되며, 중합체 합성물 구성품은 열분해를 위하여 성형기로부터 제거된다.

주: 이전의 7개의 단계는 중합체 합성물 구성품을 준비하기 위한 수지 전이 성형(RTM) 접근을 확인한다. 다른 적용물은 핸드 레이 업(Hand-Lay-up), 풀트루션(Pultrusion), 필라멘트 와인딩, 토 플레이스먼트(Toe placement) 또는 쇼트 섬유 투사(Short Fiber Injection)인 동일한 부분을 생성하도록 접근한다. 본 발명의 범위 및 정신 그리고 첨부된 청구 범위 내에 포함되는 모든 유효한 중합체 합성물 제조 기술이다. 이러한 다양한 기술은 발명자의 발명성이 되도록 청구되지 않으며, 이것들 자체와 기술되고 청구된 전제 방법은 발명자 및 본 출원에 대하여 신규한 것이다.

8. 중합체 합성물 구성품은 그런 다음 열분해된다. 이러한 것에 대하여, 1024°C (1900°F)에 내성을 가질 수 있는 스테인레스 강 상자와 같은 밀봉 가능한 용기의 제조는 표준로(爐)에서 열분해 사이클을 위하여 요구된다. 대안적으로, 비활성 가스로 이용될 수 있으면 사용될 수 있다. 상자는 바닥에 있는 튜브 연결부와 상부에 있는 튜브 연결부의 2개의 튜브 연결부를 가지며, 이러한 튜브 연결부는 상자가 비활성 가스로 넘치도록 한다. 이러한 예에서, 슬리브가 상자에 배치되며, 표준로에 배치된 상자, 스테인레스 강 튜브는 상자 상의 하부 커넥터 및 고순도 아르곤의 공급원에 연결되었다. 어떠한 등가의 비활성 가스가 물론 사용될 수 있다. 아르곤은 상자 내로 흐르도록 허용되었으며, 완전한 열 사이클 동안 5 내지 10 SCFH의 속도로 상부 통기공을 빠져나갔고, 그러므로, 슬리브가 전체적으로 아르곤 환경에 입욕 되는 것을 보장한다. 노는 다음의 근거로 밀폐되어 점화되었다:

A) 223° /h로 134°C (300°F)까지 램프

B) 43° /h로 468°C (900°F)까지 램프

C) 20° /h로 745.8°C (1400°F)까지 램프

D) 50° /h로 856.8°C (1600°F)까지 램프

E) 4시간 동안 856.8°C로 유지

F) 125° /h로 10.8°C (77°F)까지 램프

다시, 이러한 것과는 다른 다양한 가열 스케줄이 있으며, 유용한 하드웨어를 산출하는 단지 하나의 예의 방식으로 주워진다.

9. 냉각으로, 헤드 라이너는 노와 상자로부터 제거되어, 모든 공기가 헤드 라이너로부터 제거되도록 충분한 시간(전형적으로 5분 이상) 동안 블랙글라스 조에 반침지된다. 진공 침투법이 이 단계에서 사용될 수도 있다.

10. 단계 8이 반복되었다.

11. 단계 9가 반복되었다.

12. 단계 8이 반복되었다.

13. 단계 9가 반복되었다.
14. 단계 8이 반복되었다.
15. 단계 9가 반복되었다.
16. 단계 8이 반복되었다.

17. 슬리브는 지금 예비 내마모성 도포재 적용 가공을 위하여 준비되었다. 슬리브는 최종 슬리브 보어 지름보다 큰 0.01016 내지 1.708cm(0.004" 내지 0.70")사이의 내경으로 그라인딩되었다(상업적 등급의 다이아몬드 연삭 스톨이 추천됨). 슬리브가 2 행정 기관에서 사용된다면, 흡기 및 배기 포트는 이 때 종래의 가공을 사용하여 절삭되어야 한다(상업적 등급의 다이아몬드 도포된 밀링 공구가 추천됨). 가공 공정의 종료로, 슬리브 내부면의 모든 형상의 가장자리들이 다이아몬드 페이퍼를 사용하여 분해되었다.

18. 슬리브는 가공 공정에서 사용된 어떠한 절삭유의 연소도 보장하도록 적절한 온도에서 일정 시간 동안 오븐에 배치되었다(전형적으로 2시간 @357°C(700°F)이지만 절삭유에 의존한다).

19. 슬리브는, 본 출원과 동일자에 출원되어 계류중인 본 발명자들의 국제 특허 출원 제 호에 의한 “슬라이딩 접촉 관계에서 구조적 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 자동차 엔진 부품들 사이에서의 마모 감소 방법”에 기술된 바와 같은 내마모성 도포재의 적용을 위하여 준비되었다. 내마모성 도포재로 슬리브의 표면을 도포하기 위한 제 1 실시예에서, 구조적 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 구성품의 접촉면은 섬유들의 직조 또는 비직조 의류 매트가 채택된다. 이러한 실시예에서, 구조적 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물의 접촉면은 FRCMC 구조물의 마모면에 직접 접착하는 내식성 도포재로 덮여졌다. 이러한 목적을 위하여, 내식성 도포재는 바람직하게 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 널리 공지된 기술에 따른 플라즈마 분사를 통하여 적용되는 물라이트(즉, 알루미늄 실리케이트, Al_2Si_4), 알루미늄(Al_2O_3), 또는 등가물을 포함한다.

내식성 도포재는 다음과 같이 적용되었다. 내식성 도포재가 적용되기에 앞서, 스파크 플러그, 밸브, 리스트 핀(wrist pin) 등을 위한 모든 구멍들이 가공된다. 상업적인 등급의 다이아몬드 절삭 공구들이 이러한 목적을 위하여 추천된다. 가공 공정의 종료로, 필요한 경우에, 부품의 표면상의 모든 예리한 가장자리들이 다이아몬드 페이퍼에 의하여 깎여졌다.

부품들이 가공되면, 부품은 가공 공정에서 사용된 절삭유의 어떠한 것도 건조시키도록 일정 시간 동안 적절한 온도의 오븐 위에 배치되었다(전형적으로 2시간, 357°C(700°F)이지만 절삭유에 따르게 된다).

키(key)는 내식성 도포재를 FRCMC 구조물에 결합하는 것이다. FRCMC 구조물의 표면이 적절하게 준비되지 않으면, 내식성 도포재는 간단하게 벗겨져 떨어지고, 장시간 동안의 보호를 제공할 수 없다. 바람직한 실시예에서, FRCMC 구조물의 표면은 FRCMC 구조물의 세라믹 매트릭스 내에 작은 디보트(divot)를 형성하도록 약하게 그릿(grit) 블라스팅된다. 약한 그릿 블라스팅은 내식성 도포재가 도포되어 접착되는 총칭적 섬유 시스템의 노출된 섬유 상의 헤어 또는 휘스커(whisker)를 노출시킨다. 성공적으로 판명된 전형적인 그릿 블라스팅은 100 그릿 @ 20PSI이다.

제 2 실시예에 따라서, FRCMC 구조물의 표면은 너트 또는 볼트의 “나사부”와 유사한 얇고 얕으며 규칙적으로 이격된 일련의 홈들이 구비될 수 있으며, 내식성 도포재는 기계적으로 고정된다. 본질적으로, 표면은 매끄러운 표면 대신에 거친 표면을 제공하도록 선이 그어진다. 홈의 깊이, 폭 및 간격은 중요한 것은 아니며, 실험없이 각 부품 또는 구성품에 대해 결정될 수 있다. 일반적으로, 홈들은 내식성 도포재가 그 접착성을 상실하여 벗겨져 나갈 잠재성이 있는 어느 큰 매끄러운 영역들을 최소화하도록 밀접하게 이격되어야 한다. 그러므로, 오버 그루빙(over-grooving)은 오버 그루빙이 최종의 그라인딩후에 매끄러운 마모면을 제공하도록 추가적인 마모재의 적용을 필요로 하는 것을 제외하고는 표면을 언더-그루빙(under-grooving)하는 것이 바람직할 수 있다. 홈들은 밑에 있는 FRCMC 구조물의 구조적 강도를 어느 정도까지 저하시킴이 없이 내식성 도포재에 기계적인 고정 영역을 제공하도록 얇게 형성되어야 한다.

표면 준비 후에, 부품은 깨끗한 압축 건조 공기에 의하여 세척되고, 그런 다음 플라즈마 분사 공정을 위하여 적절한 홀딩 고정구에 적재된다. 직접식 공기 송풍기는 내식성 도포재의 적용 동안 부품의 반대편 측부를 냉각하도록 사용된다.

그런 다음, 플라즈마 분사된 내식성 도포재는 분당 5g 이상으로 설정된 증착 속도로 적용된다. 홀딩 고정구 속도, 표면을 가로지르는 플라즈마 건(gun)의 이동 속도, 및 분사폭은 50%의 중첩율을 가진 이발소 회전등(barber pole) 분사 패턴을 이루도록 설정된다. 분사 건은 분사된 표면으로부터 0.254cm 내지 7.62cm 이격되도록 설정된다. 본 공정에서 사용되는 입자 크기는 170 내지 400 메시의 범위이다. 최종 가공을 위하여 충분한 물질이 적용된다.

내식성 도포재의 적용 후에, 도포된 표면은 최종 표면 형상을 이루도록 다이아몬드 페이퍼 또는 적절한 형태의 공구(상업적 등급의 다이아몬드 공구가 추천됨)에 의하여 매끄럽게 된다.

대안적인 실시예에서, 분말상의 내식성 물질이 내마모성을 향상시키기 위하여 합성물을 형성하기 전에 매트릭스 물질(즉, 수지) 내에 뿌려질 수도 있다. 대안적으로, 플라즈마 분사된 도포재가 적용될 수 있고 그런 다음 내식성 도포재가 접착된 부품은 예비 세라믹 중합체 수지가 추가적으로 재침투될 수 있으며, 그런 다음 세라믹 상태로 변환될 수 있다. 그 결과는 공통의 세라믹 매트릭스에 의하여 서로 일체적으로 결합된 FRCMC와 세라믹 매트릭스 보강 모놀리식 내마모성 도포재의 결합으로부터 형성되는 혼합 또는 조합된 세라믹 매트릭스 합성물에 도포재를 본질적으로 통합하는 것에 의하여 도포재의 부가적인 인성이 따르게 된다. 슬리브는 CMC 내의 어떠한 느슨한 매트릭스 물질과 섬유의 노출을 제거하도록 그릿과 적절한 압력을 사용하여 그릿 블라스팅된다(전형적으로 100 그릿 @ 20PSI).

20. 슬리브는 깨끗한 압축 건조 공기에 의하여 세척되었다.

21. 슬리브는 그런 다음 플라즈마 분사 공정을 위하여 회전 테이블 고정구에 적재되었다.

22. 직접식 공기 송풍기가 슬리브의 외측을 냉각하도록 사용되었지만, 적용가능한 어떠한 부분을 통한 어떠한 공기 송풍을 최소화한다.

23. 그런 다음, 플라스마 분사된 내마모성 도포재가 분당 5g 이상으로 설정된 증착 속도로 적용된다. 테이블 회전 속도, 플라스마 건의 축방향 이동 속도(슬리브의 내측 및 외측에서), 및 분사폭은 50%의 중첩율을 가진 이발소 회전등 분사 패턴을 이루도록 설정되었다. 분사 건은 분사된 표면으로부터 0.254cm 내지 7.62cm(0.1 내지 3") 이격되도록 설정되었다. 본 공정에서 사용되는 입자 크기는 170 내지 400 메시의 범위이다. 작은 크기의 보어 구성품을 달성하기 위하여 충분한 물질이 적용되었다.

24. 내마모성 도포재의 적용 후에, 슬리브는 최종의 슬리브 보어를 달성하도록 연삭되었다(상업적 등급의 다이아몬드 스톤이 추천됨). 이 때, 슬리브는 엔진 블록에 설치를 위하여 준비되었다.

예 2: FRCMC 피스톤의 제조

1. CMC 피스톤은 1 내지 16 단계에 대하여 실린더 슬리브의 예와 동일한 절차에 따라서 RTM을 이용하여 형성되었다.

2. 구성품은 지금 예비 내마모성 도포재 적용을 위하여 준비되었다. 피스톤은 최종 피스톤 외경보다 작은 0.01016 내지 1.708cm(0.004" 내지 0.70") 사이의 외경으로 그라인딩되었다(상업적 등급의 다이아몬드 연삭 스톤이 추천됨). 가공 공정의 종료로, 피스톤 표면의 모든 형상의 가장자리들이 다이아몬드 페이퍼를 사용하여 분해되었다.

3. 피스톤은 그런 다음 가공 공정에서 사용된 어떠한 절삭유의 연소도 보장하도록 적절한 온도에서 일정 시간 동안 오븐에 배치되었다(전형적으로 2시간 @357°C(700°F)이지만 절삭유에 의존한다).

4. 지금 슬리브가 피스톤과 슬라이드 접촉하는 내부면에 내마모성 도포재가 도포되는 한편, 피스톤이 슬리브와 슬라이딩 접촉하는 외부면에 내마모성 도포재가 도포되는 것 외에는 예 1에 기술된 바와 같은 예비 내마모성 도포재 적용을 위하여 피스톤이 준비되었다. 피스톤의 외부면은 그릿을 사용하여 그릿 블라스팅되고, 어떠한 느슨한 매트릭스 물질을 제거하여 CMC 내에 있는 섬유들을 노출시키도록 적절한 압력이 가해진다(전형적으로 100 그릿 @ 20 PSI).

5. 피스톤은 깨끗한 압축 건조 공기에 의하여 세척되었다.

6. 피스톤은 그런 다음 플라스마 분사 공정을 위하여 회전 테이블 고정구에 적재되었다.

7. 직접식 공기 송풍기가 피스톤의 내측을 냉각하도록 사용되었다.

8. 그런 다음, 플라스마 분사된 내마모성 도포재가 분당 5g 이상으로 설정된 증착 속도로 적용된다. 테이블 회전 속도, 플라스마 건의 축방향 이동 속도(슬리브의 내측 및 외측에서), 및 분사폭은 50%의 중첩율을 가진 이발소 회전등 분사 패턴을 이루도록 설정되었다. 분사 건은 분사된 표면으로부터 0.254cm 내지 7.62cm(0.1 내지 3") 이격되도록 설정되었다. 본 공정에서 사용되는 입자 크기는 170 내지 400 메시의 범위이다. 피스톤 스커트와 상부가 도포되었다. 큰 크기의 피스톤 외경을 달성하도록 충분한 물질이 적용되었다.

9. 내마모성 도포재의 적용 후에, 피스톤은 최종의 피스톤 외경, 다이아몬드 절삭 휠을 사용하여 절삭된 링 홈들, 그리고 피스톤 설계의 함수로서 어떠한 추가적인 가공 필요성을 달성하도록 회전되었다(상업적 등급의 다이아몬드 스톤이 추천됨). 완전한 피스톤은 지금 엔진에 설치를 위하여 준비되었다.

예 3: FRCMC 헤드/헤드 라이너의 제조

1. CMC 실린더 헤드 라이너 및 CMC 실린더 헤드는 1 내지 16 단계에 대하여 실린더 슬리브의 예와 동일한 절차에 따라서 RTM을 이용하여 형성되었다.

2. 구성품은 지금 예비 내마모성 도포재 적용을 위한 준비에 있다. 이 때 그리고 마모 도포재의 적용에 앞서, 모든 구멍(스파크 플러그, 밸브 등)들이 가공되었다(상업적 등급의 다이아몬드가 추천됨). 이러한 가공 공정의 완료로서, 헤드/헤드 라이너의 표면상의 모든 형상의 가장자리들이 다이아몬드 페이퍼를 사용하여 분해되었다.

3. 헤드/헤드 라이너는 가공 공정에서 사용된 어떠한 절삭유의 연소도 보장하도록 적절한 온도에서 일정 시간 동안 오븐에 배치되었다(전형적으로 2시간 @357°C(700°F)이지만 절삭유에 의존한다).

4. 헤드/헤드 라이너의 연소실 측부는 그릿을 사용하여 그릿 블라스팅되고, 어떠한 느슨한 매트릭스 물질을 제거하여 CMC 내에 있는 섬유들을 노출시키도록 적절한 압력이 가해진다(전형적으로 100 그릿 @ 20 PSI)

5. 헤드/헤드 라이너는 깨끗한 압축 건조 공기에 의하여 세척된다.

6. 헤드/헤드 라이너는 그런 다음 플라스마 분사 공정을 위하여 홀딩 고정구에 적재된다.

7. 직접식 공기 송풍기가 헤드/헤드 라이너의 비연소실 측부를 냉각하도록 사용된다.

8. 그런 다음, 플라스마 분사된 내마모성 도포재가 분당 5g 이상으로 설정된 증착 속도로 적용된다. 홀딩 고정구 측면 속도, 표면을 가로지르는 플라스마 건의 상하 이동 속도(표면을 상승 및 하강), 및 분사폭은 50%의 중첩율을 가진 이발소 회전등 분사 패턴을 이루도록 설정된다. 분사 건은 분사된 표면으로부터 0.254cm 내지 7.62cm(0.1 내지 3") 이격되도록 설정된다. 본 공정에서 사용되는 입자 크기는 170 내지 400 메시의 범위이다. 최종 가공을 위하여 충분한 물질이 적용된다.

9. 내마모성 도포재의 적용 후에, 헤드/헤드 라이너 연소실 영역은 최종 내부 형상을 달성하도록 다이아몬드 페이퍼 또는 적절한 형태의 공구(상업적 등급의 다이아몬드 공구가 추천됨)에 의하여 매끄럽게 된다. 실린더 헤드의 경우에, 헤드의 블록 접합면은 또한 이 지점에서 평평하게 되었으며, 사용하기 위한

준비가 되었다.

10. 헤드 라이너의 경우에, 구성품은 그런 다음 금속제 짝 내에서 접촉되었다. 물론, 금속제 짝에 주조된다. 헤드 라이너의 짝이 설치된 후에, 헤드 라이너의 블록 접합면은 또한 평평하게 가공었다. 세라믹 라이닝된 금속제 실린더 헤드는 그런 다음 사용하기 위한 준비가 되었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

- a) 기공이 형성된 주조 가능한 모놀리식 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계와;
- b) 예비 세라믹 중합체 수지로 상기 기공을 채우는 단계와;
- c) 중합체 수지를 기공 내의 세라믹으로 변환시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 예비 세라믹 중합체 수지로 채워진 라이너를 구워, 보강된 세라믹 합성물을 형성하는 단계를 포함하는 부품용 내취성 및 내식성 세라믹 라이너를 형성하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 기공이 형성된 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계는

- a) 성형기 내로 시멘타이트성 세라믹 슬러리 물질을 붓는 단계와;
- b) 슬러리 물질을 다공성 세라믹 라이너로 소결하도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 슬러리 물질을 굽는 단계를 포함하는 부품용 내취성 및 내식성 세라믹 라이너를 형성하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 예비 세라믹 중합체 수지로 기공을 채우는 단계는 기공들이 수지로 포화될 때까지 물과 실질적으로 동일한 점성을 가지는 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 수용하는 용기 내에 상기 라이너를 배치하는 단계를 포함하는 부품용 내취성 및 내식성 세라믹 라이너를 형성하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 예비 세라믹 중합체 수지로 기공을 채우는 단계는 규소 카르복실기 수지를 수용하는 조 내에 상기 라이너를 배치하는 단계를 포함하는 부품용 내취성 및 내식성 세라믹 라이너를 형성하는 방법.

청구항 5

- a) 라이너를 수용하기 위하여 접합면을 가지는 금속제 부품을 형성하는 단계와;
- b) 기공이 형성된 주조 가능한 모놀리식 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계와;
- c) 예비 세라믹 중합체 수지로 기공을 채우는 단계와;
- d) 수지를 기공 내의 세라믹으로 변환시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 예비 세라믹 중합체 수지로 채워진 라이너를 구워, 보강된 세라믹 합성물을 형성하는 단계와;
- e) 금속성 부품의 접합면에 상기 세라믹 라이너를 결합하는 단계를 포함하는 내취성 및 내식성 세라믹 라이너를 가지는 금속성 부품을 형성하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 기공이 형성된 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계는

- a) 성형기 내로 시멘타이트성 슬러리 물질을 붓는 단계와;
- b) 슬러리 물질을 다공성 세라믹 라이너로 소결하도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 슬러리 물질을 굽는 단계를 포함하는 내취성 및 내식성 세라믹 라이너를 가지는 금속성 부품을 형성하는 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서, 예비 세라믹 중합체 수지로 기공을 채우는 단계는 기공들이 수지로 포화될 때까지 물과 실질적으로 동일한 점성을 가지는 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 수용하는 용기 내에 상기 라이너를 배치하는 단계를 포함하는 내취성 및 내식성 세라믹 라이너를 가지는 금속성 부품을 형성하는 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서, 예비 세라믹 중합체 수지로 기공을 채우는 단계는 규소 카르복실기 수지를 수용하는 조 내에 상기 라이너를 배치하는 단계를 포함하는 내취성 및 내식성 세라믹 라이너를 가지는 금속성 부품을 형성하는 방법.

청구항 9

- a) 기공이 형성된 주조 가능한 모놀리식 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계와;
- b) 예비 세라믹 중합체 수지로 기공을 채우는 단계와;
- c) 수지를 기공 내의 세라믹으로 변환시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 예비 세라믹 중합체 수지로 채워진 라이너를 구워, 보강된 세라믹 합성물을 형성하는 단계와;

d) 상기 라이너의 접합면이 부품에 의하여 점유되는 성형기의 일부분에 직면하도록 상기 성형기 내에 상기 라이너를 배치하는 단계와;

e) 상기 라이너와 결합하여 부품을 형성하도록 용융된 금속으로 상기 성형기를 채우는 단계를 포함하는 내취성 세라믹 라이너를 가지는 금속성 부품을 형성하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 기공이 형성된 세라믹 물질의 라이너를 형성하는 단계는 a) 성형기 내로 시멘타이트성 슬러리 물질을 붓는 단계와;

b) 슬러리 물질을 다공성 세라믹 라이너로 소결하도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 슬러리 물질을 굽는 단계를 포함하는 내취성 세라믹 라이너를 가지는 금속성 부품을 형성하는 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 예비 세라믹 중합체 수지로 기공을 채우는 단계는 규소 카르복실기 수지를 수용하는 조 내에 상기 라이너를 배치하는 단계를 포함하는 내취성 세라믹 라이너를 가지는 금속성 부품을 형성하는 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서, 예비 세라믹 중합체 수지로 기공을 채우는 단계는 규소 카르복실기 수지를 수용하는 조 내에 상기 라이너를 배치하는 단계를 포함하는 내취성 세라믹 라이너를 가지는 금속성 부품을 형성하는 방법.

청구항 13

a) 내부벽을 가지는 배기 가스 안내 도관을 한정하는 금속제 매니폴드를 포함하며;

b) 상기 도관의 내부벽은 세라믹 상태로 예비 세라믹 중합체 수지를 수용하는 기공을 가지는 세라믹 물질로 라이닝되는 내열성, 내식성, 및 내취성 세라믹 라이닝된 내연 기관용 배기 매니폴드.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 예비 세라믹 중합체 수지는 세라믹 상태에서 규소 카르복실기 수지를 함유하는 내열성, 내식성, 및 내취성 세라믹 라이닝된 내연 기관용 배기 매니폴드.

청구항 15

a) 실린더 직면 표면을 가지는 금속제 파워 헤드를 포함하며;

b) 상기 파워 헤드의 실린더 직면 표면은 세라믹 상태로 예비 세라믹 중합체 수지를 수용하는 기공을 가지는 세라믹 물질로 라이닝되는 내열성, 내식성, 및 내취성 세라믹 라이닝된 내연 기관용 파워 헤드.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 예비 세라믹 중합체 수지는 세라믹 상태에서 규소 카르복실기 수지를 함유하는 내열성, 내식성, 및 내취성 세라믹 라이닝된 내연 기관용 파워 헤드.

청구항 17

a) 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물에서 채택할 수 있는 보강 섬유로부터 부품의 형상으로 예비 성형체를 형성하고;

b) 상기 부품의 형상을 가지는 성형기의 공동에 상기 예비 성형체를 배치하고;

c) 상기 공동을 채워 예비 성형체를 포화시키도록 상기 공동을 통하여 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 가압하고;

d) 상기 액상의 예비 세라믹 중합체 수지로 포화된 예비 성형체를 중합체 합성물 부품으로 변형시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 상기 성형기를 가열하고;

e) 상기 성형기로부터 중합체 합성물 부품을 제거하고;

f) 예비 세라믹 중합체 수지를 세라믹으로 변형시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도의 불활성 대기에서 중합체 합성물 부품을 굽는 것에 의하여, 중합체 합성물 부품을 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품으로 변형시키는 것에 의하여 얻어지는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 자동차 부품.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 f)단계 후에,

g) 굽는 동안 가스 배출에 의하여 형성된 기공을 가지는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품을 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 수용하는 조에 침지시키는 것에 의하여 액상의 예비 세라믹 중합체 수지로 상기 기공을 채우고;

h) 기공에 있는 예비 세라믹 중합체 수지를 세라믹으로 변형시키도록 일정 시간 동안 일정 온도의 불활성 대기에서 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품을 굽고;

i) 최종 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품 내에서의 기공 밀도가 부품에 최대 강도를 부여하는 사전 설정된 백분율 이하일 때까지 g) 및 h) 단계를 반복하는 것에 의하여 얻어지는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 자동차 부품.

릭스 합성물 자동차 부품.

청구항 19

- a) 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물에서 채택할 수 있는 보강 섬유로부터 매니폴드의 하부 부분의 형상으로 제 1 예비 성형체를 형성하고;
- b) 상기 매니폴드의 하부 부분의 형상을 가지는 제 1 성형기의 공동에 상기 제 1 예비 성형체를 배치하고;
- c) 상기 공동을 채워 상기 제 1 예비 성형체를 포화시키도록 상기 공동을 통하여 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 가압하고;
- d) 상기 액상의 예비 세라믹 중합체 수지로 포화된 상기 제 1 예비 성형체를 제 1 중합체 합성물 부품으로 변형시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 상기 제 1 성형기를 가열하고;
- e) 상기 성형기로부터 제 1 중합체 합성물 부품을 제거하고;
- f) 보강 섬유로부터 매니폴드의 상부 부분의 형상으로 제 2 예비 성형체를 형성하고;
- g) 상기 매니폴드의 상부 부분의 형상을 가지는 제 2 성형기의 공동에 상기 제 2 예비 성형체를 배치하고;
- h) 상기 공동을 채워 상기 제 2 예비 성형체를 포화시키도록 상기 공동을 통하여 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 가압하고;
- i) 상기 액상의 예비 세라믹 중합체 수지로 포화된 상기 제 1 예비 성형체를 제 2 중합체 합성물 부품으로 변형시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 상기 제 2 성형기를 가열하고;
- j) 상기 성형기로부터 제 2 중합체 합성물 부품을 제거하고;
- k) 제 1 및 제 2 중합체 구성 부품을 중공의 도관 형상의 부품으로서 매니폴드를 형성하도록 접합 가장자리를 따라서 맞추고;
- l) 예비 세라믹 중합체 수지를 세라믹으로 변형시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도의 불활성 대기에서 중합체 합성물 매니폴드를 굽는 것에 의하여, 중합체 합성물 매니폴드를 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 매니폴드로 변형시키고, 상부 및 하부 부분을 접합 가장자리를 따라서 융합시키는 것에 의하여 얻어지는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 엔진 매니폴드.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 l) 단계 후에,

- m) 굽는 동안 가스 배출에 의하여 형성된 기공을 가지는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품을 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 수용하는 조에 침지시키는 것에 의하여 액상의 예비 세라믹 중합체 수지로 상기 기공을 채우고;
- n) 기공에 있는 예비 세라믹 중합체 수지를 세라믹으로 변형시키도록 일정 시간 동안 일정 온도의 불활성 대기에서 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품을 굽고;
- o) 최종 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 부품 내에서의 기공 밀도가 부품에 최대 강도를 부여하는 사전 설정된 백분율 이하일 때까지 g) 및 h) 단계를 반복하는 것에 의하여 얻어지는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 엔진 매니폴드.

청구항 21

- a) 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물에서 채택할 수 있는 보강 섬유로부터 매니폴드의 하부 부분의 형상으로 제 1 예비 성형체를 형성하는 단계와;
- b) 상기 매니폴드의 하부 부분의 형상을 가지는 제 1 성형기의 공동에 상기 제 1 예비 성형체를 배치하는 단계와;
- c) 상기 공동을 채워 상기 제 1 예비 성형체를 포화시키도록 상기 공동을 통하여 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 가압하는 단계와;
- d) 상기 액상의 예비 세라믹 중합체 수지로 포화된 상기 제 1 예비 성형체를 제 1 중합체 합성물 부품으로 변형시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 상기 제 1 성형기를 가열하는 단계와;
- e) 상기 성형기로부터 제 1 중합체 합성물 부품을 제거하는 단계와;
- f) 보강 섬유로부터 매니폴드의 상부 부분의 형상으로 제 2 예비 성형체를 형성하는 단계와;
- g) 상기 매니폴드의 상부 부분의 형상을 가지는 제 2 성형기의 공동에 상기 제 2 예비 성형체를 배치하는 단계와;
- h) 상기 공동을 채워 상기 제 2 예비 성형체를 포화시키도록 상기 공동을 통하여 액상의 예비 세라믹 중합체 수지를 가압하는 단계와;
- i) 상기 액상의 예비 세라믹 중합체 수지로 포화된 상기 제 1 예비 성형체를 제 2 중합체 합성물 부품으로 변형시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도에서 상기 제 2 성형기를 가열하는 단계와;
- j) 상기 성형기로부터 제 2 중합체 합성물 부품을 제거하는 단계와;

k) 제 1 및 제 2 중합체 구성 부품을 중공의 도관 형상의 부품으로서 매니폴드를 형성하도록 접합 가장자리를 따라서 맞추는 단계와;

l) 예비 세라믹 중합체 수지를 세라믹으로 변형시키도록 일정 시간 동안 충분한 온도의 불활성 대기에서 중합체 합성물 매니폴드를 굽는 것에 의하여, 중합체 합성물 매니폴드를 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 매니폴드로 변형시키고, 상부 및 하부 부분을 접합 가장자리를 따라서 융합시키는 단계를 포함하며;

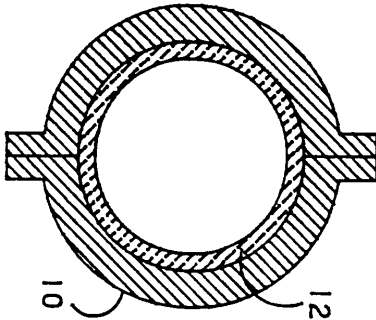
상기 매니폴드는 세라믹 성형체 축매 기판 구조물이 내부에 채워지는 배기 매니폴드이며, 매니폴드의 상부 부분의 형상을 가지는 제 2 성형기의 공동에 제 2 예비 성형체를 배치하는 g) 단계에 앞서,

f1) 제 2 성형기의 공동 한정 벽의 일부로서 제 1 예비 성형체를 배치하는 단계와;

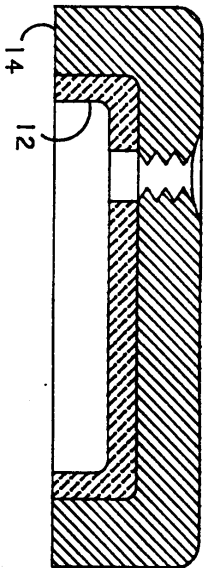
f2) 상기 제 1 예비 성형체에 세라믹 성형체 축매 기판 구조물을 배치하는 것에 의하여, 상기 제 1 예비 성형체와 세라믹 성형체 축매 기판 구조물이 조합하여 제 1 벽의 공동의 일부를 형성하는 단계를 추가적으로 포함하는 섬유 보강 세라믹 매트릭스 합성물 엔진 매니폴드 제조 방법.

도면

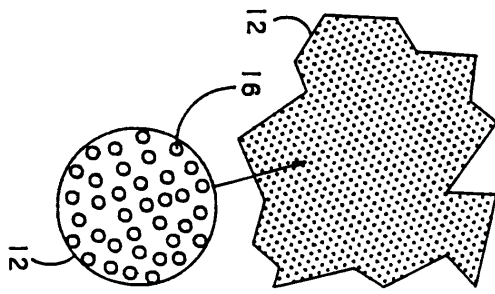
도면1



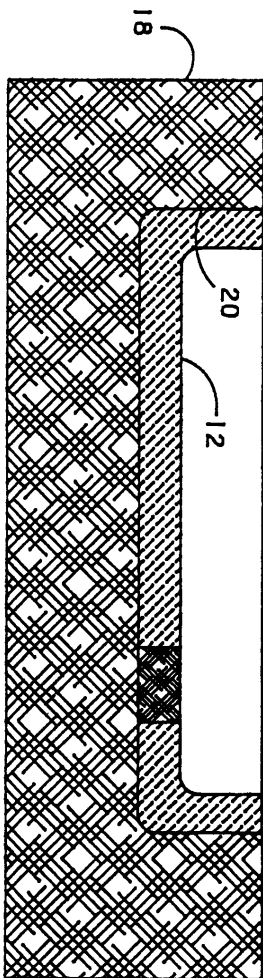
도면2



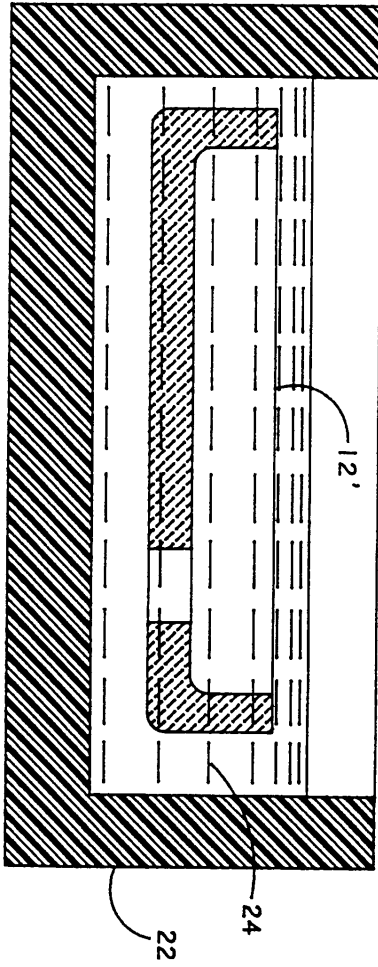
도면3



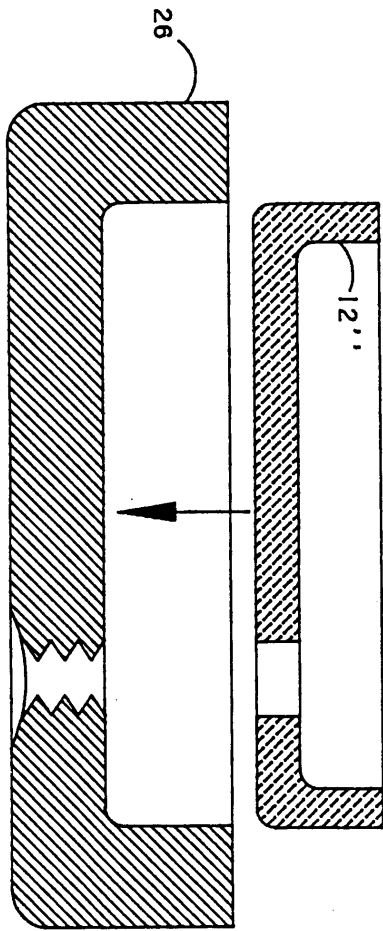
도면4



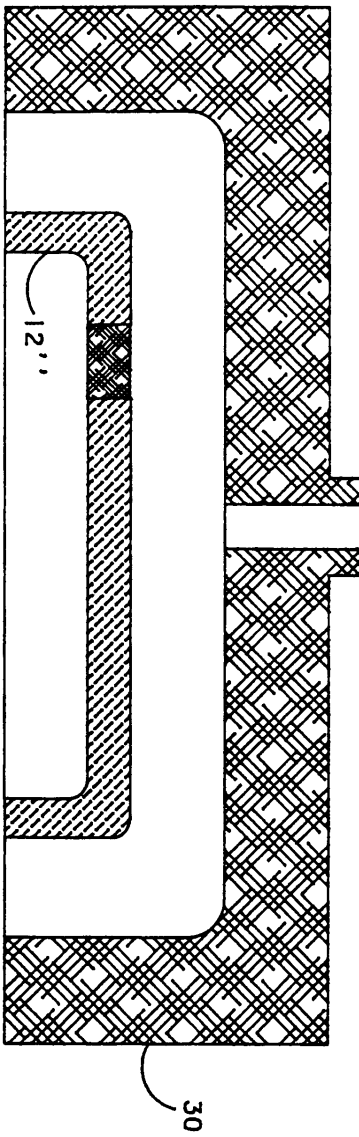
도면5



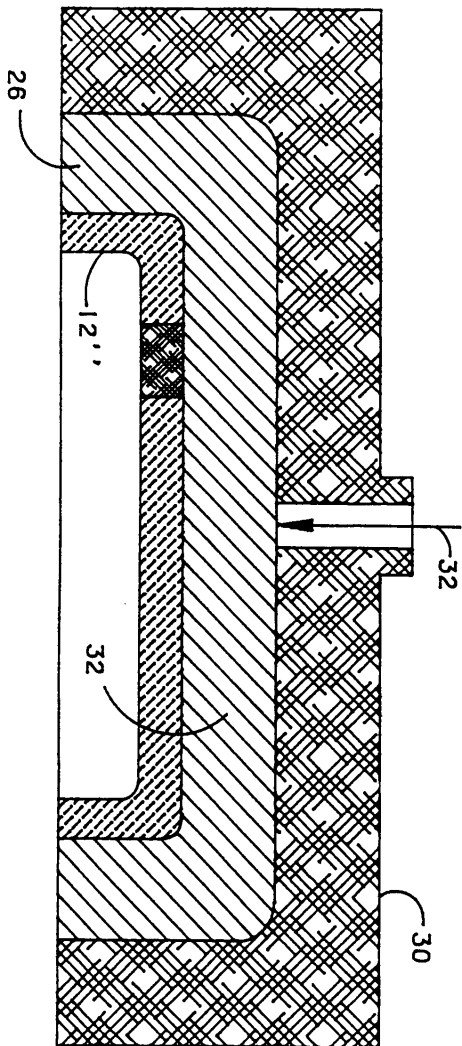
도면6



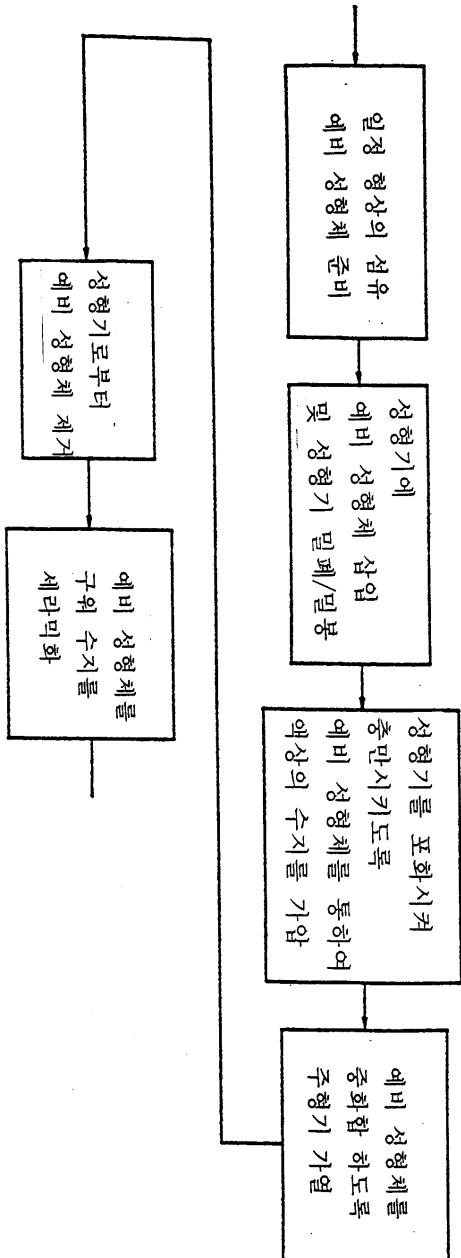
도면7



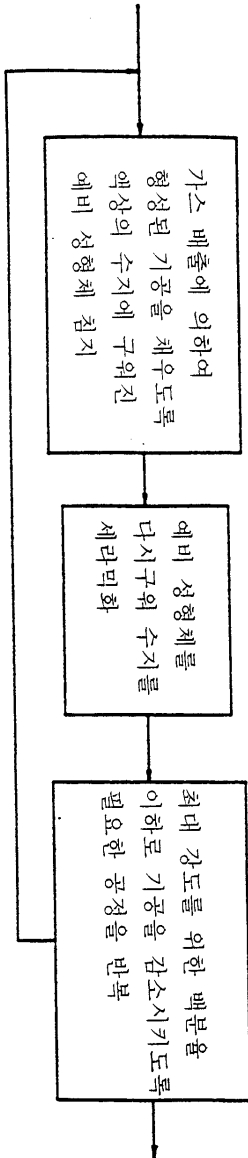
도면8



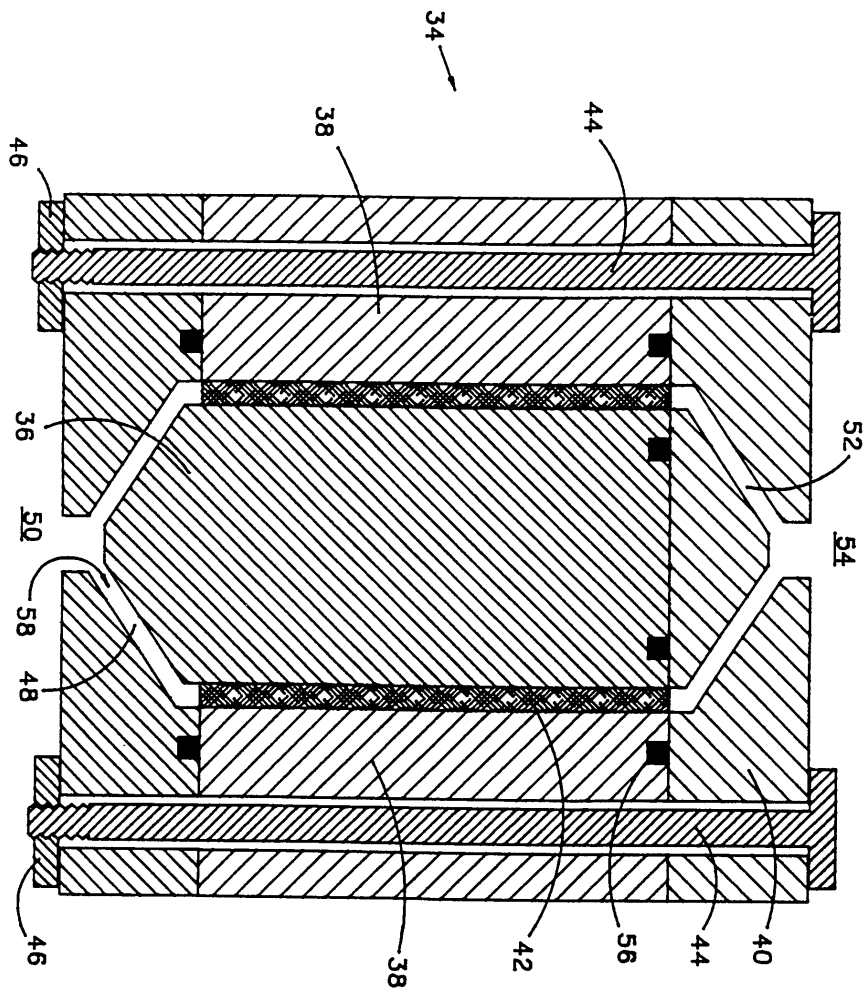
도면9



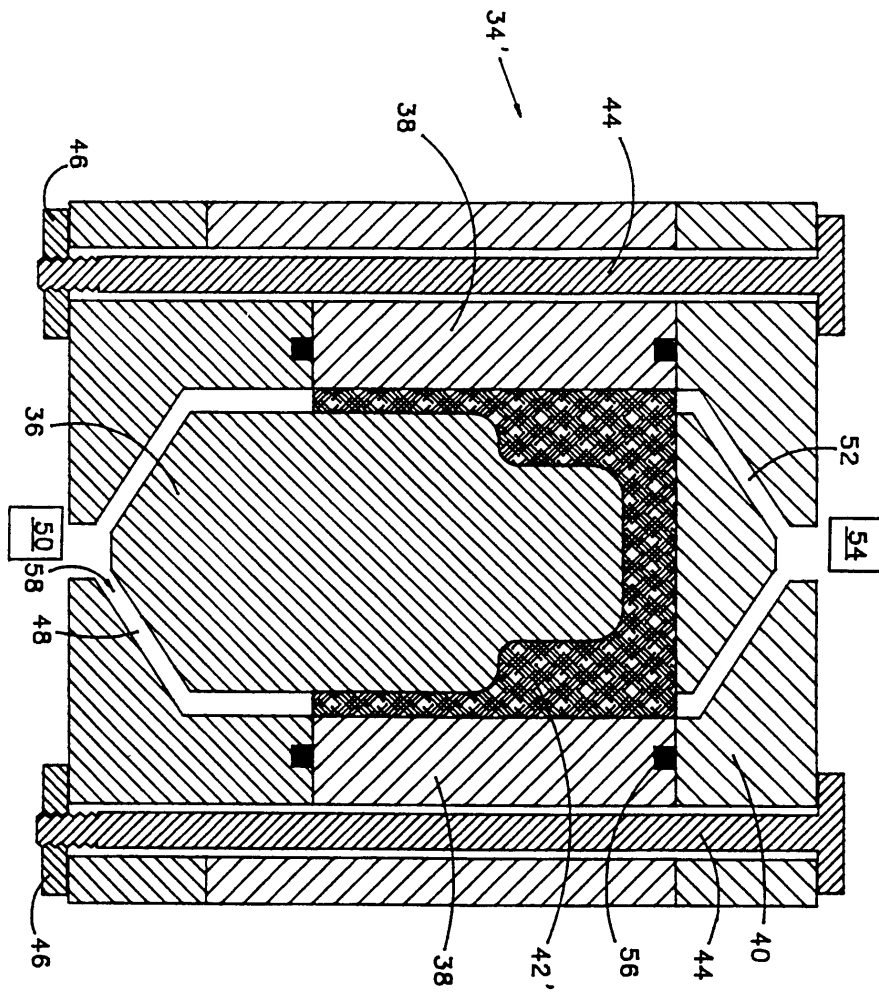
도면 10



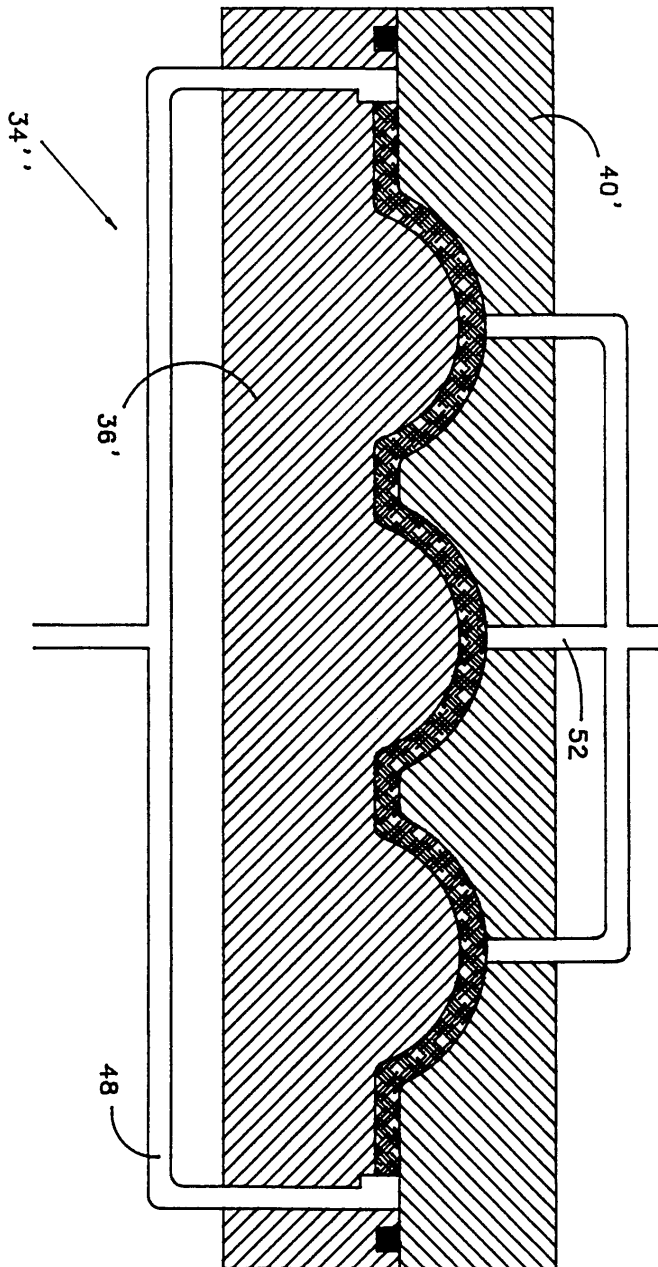
도면11



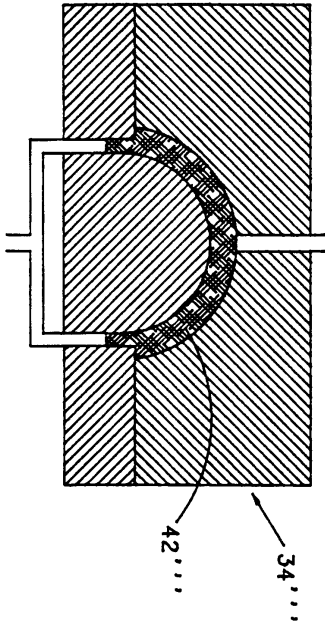
도면 12



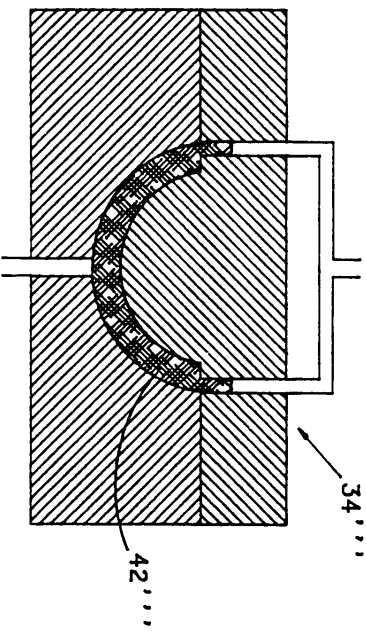
도면 13



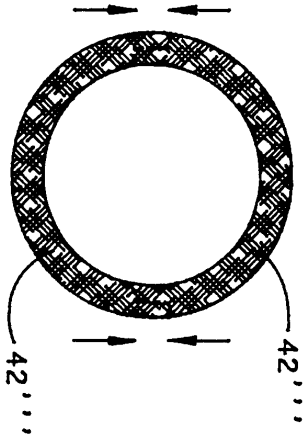
도면 14



도면 15



도면 16



도면 17

