



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월17일
(11) 등록번호 10-1374608
(24) 등록일자 2014년03월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 19/10 (2006.01) B05B 17/06 (2006.01)
F02M 69/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-7004932
(22) 출원일자(국제) 2007년09월07일
심사청구일자 2012년09월05일
(85) 번역문제출일자 2009년03월09일
(65) 공개번호 10-2009-0051751
(43) 공개일자 2009년05월22일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2007/053621
(87) 국제공개번호 WO 2008/059389
국제공개일자 2008년05월22일
(30) 우선권주장
11/530,311 2006년09월08일 미국(US)
11/780,860 2007년07월20일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20030066899 A1
DE000901733801 A
US20040022695 A1

(73) 특허권자
킴벌리-클라크 월드와이드, 인크.
미국 위스콘신주 (우편번호: 54957-0349) 니나 노
쓰레이크 스트리트 401
(72) 발명자
맥니콜스 패트릭 셴
미국, 위스콘신 54944, 호튼빌, 그린데일 로드
엔2426
앨러트 토머스 데이비드
미국, 위스콘신 54956, 니나, 노스 오크우드 에버
뉴 9096
얀센 로버트 앨런
미국, 조지아 30022, 알파레타, 애보츠웰 درا이
브 2845
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 20 항

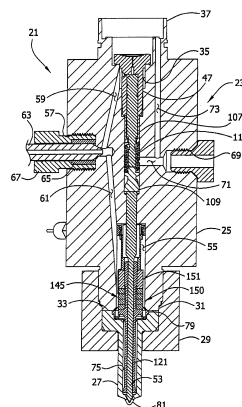
심사관 : 강민구

(54) 발명의 명칭 초음파 액체 전달 장치

(57) 요약

초음파 액체 처리 챔버는 입구 포트로부터 출구 포트로 액체가 세로방향으로 흐르는 기다란 하우징을 갖는다. 기다란 초음파 도파관 조립체는 하우징 내에서 연장되며 하우징 내에서 액체를 초음파 통전하도록 소정의 초음파 에너지로 작동가능하다. 도파관 조립체의 기다란 초음파 호른은 입구 포트와 출구 포트 중간에 적어도 부분적으로 배치되며, 서로 세로방향으로 이격되게 입구 포트와 출구 포트 중간에 호른과 접촉하며 호른으로부터 가로방향 외측으로 연장되는 복수의 별개인 교반 부재를 갖는다. 호른과 교반 부재는 소정 주파수로 호른에 대한 교반 부재의 동적 운동을 위해 구성 및 배치되며, 챔버 내에서 처리되는 소정의 주파수 및 액체에 대응하는 교반 부재의 초음파 캐비테이션 모드에서 작동하도록 구성 및 배치된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기다란 하우징으로서, 내부 챔버, 액체가 상기 내부 챔버에 도입되도록 상기 하우징의 내부 챔버와 유체 연통하는 입구, 및 상기 내부 챔버 내의 액체가 상기 하우징으로부터 배출되도록 상기 하우징의 내부 챔버와 유체 연통하는 출구를 갖는, 상기 기다란 하우징;

상기 액체가 상기 출구를 통해 상기 하우징으로부터 배출되기 전에, 상기 내부 챔버 내의 액체를 초음파 통전하도록 상기 하우징의 내부 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치되는 기다란 초음파 도파관으로서, 상기 초음파 도파관은 상기 입구와 상기 출구 중간에 있는 상기 하우징의 내부 챔버 내의 상기 초음파 도파관으로부터 외측으로 연장되는 교반 부재를 갖고, 상기 교반 부재와 상기 초음파 도파관은 상기 초음파 도파관의 초음파 진동 시에 상기 초음파 도파관에 대한 상기 교반 부재의 동적 운동을 위해 구성 및 배치되고, 상기 교반 부재와 상기 초음파 도파관은 상기 초음파 도파관의 초음파 진동 시에 상기 초음파 도파관의 변위에 대해 상기 교반 부재의 변위를 증폭하도록 구성 및 배치되고, 상기 초음파 도파관은 절결 영역(nodal region) 및 비절결 영역(antinodal region)을 갖고, 상기 교반 부재는 상기 비절결 영역 내의 상기 초음파 도파관으로부터 가로방향 외측으로 연장되는, 상기 기다란 초음파 도파관; 및

상기 초음파 도파관과 상기 교반 부재를 초음파 여기하도록 작동가능한 여기 장치(excitation device);를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 하우징의 내부 챔버 내에 서로 세로방향으로 이격된 관계로 상기 초음파 도파관으로부터 복수의 교반 부재가 외측으로 연장되는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 교반 부재는 상기 초음파 도파관 둘레에 원주방향으로 연장되는 링을 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 초음파 도파관은 절결 영역 및 비절결 영역을 갖고, 상기 복수의 교반 부재 중 적어도 하나는 상기 절결 영역 내의 상기 초음파 도파관으로부터 가로방향 외측으로 연장되는 부재를 연장하는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수의 교반 부재 중 적어도 하나는 대체로 T자 형상의 단면을 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 초음파 도파관의 길이는 적어도 하나의 반파장 세그먼트를 형성하는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 초음파 도파관의 길이는 적어도 3개 이상의 반파장 세그먼트를 형성하며, 하나 이상의 교반 부재는 상기 반파장 세그먼트 중 2개 이상으로부터 외측으로 연장되는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 초음파 도파관과 상기 교반 부재는 단일 부재로 형성되는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 초음파 도파관 전체는 상기 하우징의 내부 챔버 내에 배치되는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 여기 장치의 적어도 일부는 상기 하우징의 내부 챔버 내에 배치되는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 하우징의 내부 챔버 내에 상기 초음파 도파관을 장착하기 위한 하나 이상의 격리 부재를 더 포함하며, 하나 이상의 장착 부재는 상기 초음파 도파관으로부터 상기 하우징을 진동 격리하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 하나 이상의 격리 부재는 장착 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 15

삭제

청구항 16

액체를 하우징 내에 수용하기 위한 입구, 액체를 상기 하우징으로부터 배출하는 출구, 및 상기 입구로부터 상기 출구로 상기 하우징 내의 액체의 유동을 지향시키도록 상기 입구와 상기 출구와 유체 연통하는 내부 유동 경로를 갖는, 상기 하우징;

상기 하우징과 별개 형성되며 기다란 초음파 도파관으로서, 상기 초음파 도파관은 상기 액체가 상기 출구를 통해 상기 하우징으로부터 배출되기 전에, 상기 유동 경로 내의 액체를 초음파 통전하도록 상기 유동 경로 내에 적어도 부분적으로 배치되고, 상기 초음파 도파관은 복수의 절결 영역(nodal region) 및 복수의 비절결 영역(antinodal region)을 갖는, 상기 초음파 도파관;

상기 초음파 도파관의 비절결 영역 중 하나에 있는 상기 초음파 도파관으로부터 외측으로 연장되는 교반 부재; 및

상기 초음파 도파관과 상기 교반 부재를 초음파 여기하도록 작동가능한 여기 장치;를 포함하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 초음파 도파관의 복수의 비절결 영역에 있는 상기 초음파 도파관으로부터 복수의 교반 부재가 외측으로 연장되는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 초음파 도파관의 비절결 영역의 개수는 상기 교반 부재의 개수보다 많은 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 교반 부재보다 상기 초음파 도파관의 비절결 영역이 2개 이상 많은 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 22

제16항에 있어서,

상기 여기 장치는 상기 초음파 도파관과 함께 조립되어 보유되며, 상기 여기 장치는 상기 복수의 비절결 영역 중 하나에 있는 상기 초음파 도파관과 직접 접촉하는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 23

제16항에 있어서,

상기 초음파 도파관으로부터 상기 하우징을 진동 격리하기 위한 격리 부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 격리 부재는 상기 초음파 도파관의 절결 영역에 있는 상기 초음파 도파관에 작동가능하게 연결되는 것을 특징으로 하는 초음파 액체 전달 장치.

청구항 25

액체를 하우징 내에 수용하기 위한 입구, 액체를 상기 하우징으로부터 배출하는 출구, 및 상기 입구로부터 상기 출구로 상기 하우징 내의 액체의 유동을 지향시키도록 상기 입구 및 상기 출구와 유체 연통하는 유동 경로를 갖는, 기다란 하우징;

상기 액체가 상기 출구를 통해 상기 하우징으로부터 배출되기 전에, 상기 유동 경로 내의 액체를 초음파 통전하도록 상기 유동 경로 내에 적어도 부분적으로 배치된 기다란 초음파 도파관으로서, 2개 이상의 파장 세그먼트를 갖는, 상기 기다란 초음파 도파관;

상기 초음파 도파관으로부터 가로방향 외측으로 연장되는 복수의 교반 부재로서, 상기 교반 부재와 상기 초음파 도파관은, 상기 초음파 도파관의 초음파 진동 시에 상기 초음파 도파관에 대한 상기 교반 부재의 동적 운동을 위해 구성 및 배치되는, 상기 복수의 교반 부재; 및

상기 초음파 도파관과 상기 교반 부재를 초음파 여기하도록 작동가능한 여기 장치;를 포함하는 초음파 액체 전달 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 미분화 분무액을 전달하는 액체 전달 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 액체를 장치로부터 배출하기 전에 초음파 에너지를 장치에 의해 액체에 인가하는 초음파 액체 전달 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 초음파 액체 전달 장치는 액체의 정교한 미스트 또는 분무를 제공하도록 액체를 미분화하기 위해 액체를 통전하도록 각종 분야에서 사용된다. 예를 들면, 이와 같은 장치는 분무기(nebulizers) 및 다른 약제 전달 장치, 성형 장비, 습윤기, 엔진용 연료 분사 시스템, 페인트 분무 시스템, 잉크 전달 시스템, 혼합 시스템, 균질화 시스템 등에 사용된다. 이와 같은 전달 장치는 일반적으로, 액체가 가압된 상태에서 하우징의 적어도 하나 및 때때로 복수 개의 배출 포트 또는 오리피스로 유동시키는 유동 경로를 갖는 하우징을 포함한다. 가압된 액체는 배출 포트(들)에서 하우징으로부터 배출되도록 강제된다. 몇몇의 구성에 있어서, 이러한 장치는 장치로부터의 액체의 유동을 제어하는 밸브 부재를 구비할 수 있다.

[0003] 몇 가지 종래의 초음파 액체 전달 장치에 있어서, 일반적으로 장치 내에 초음파 여기 부재(excitation member)를 내장하며, 특히 배출 포트(들)를 형성하는 하우징의 일부를 형성한다. 여기 부재는, 액체가 배출 포트(들)로부터 배출될 때, 배출되는 액체에 초음파 에너지를 부여하도록 초음파 진동된다. 초음파 에너지는 액체 분무방울이 배출 포트(들)로부터 전달되도록 액체를 미분화하는 경향이 있다. 일례로서, 미국특허 제 5,330,100(Malinowski)에는, 인젝터의 출구 오리피스를 통해 연료가 흘러나올 때 초음파 에너지를 연료에 부여하도록 연료 인젝터의 노즐(예컨대, 하우징의 일부)이 초음파 진동하게끔 구성된 연료 분사 시스템을 개시한다. 이와 같은 구성에 있어서, 노즐 자체를 진동시키는 것은 배출 오리피스에서 캐비테이션 부식(예컨대, 배출 오리피스 내의 연료의 캐비테이션에 기인함)을 초래할 위험이 있다.

[0004] 다른 초음파 액체 전달 장치에 있어서, 초음파 여기 부재는 액체가 배출 포트(들)의 상류에 있는 하우징 내로 흐르는 유동 경로 내에 배치될 수 있다. 이와 같은 장치의 예로는, 미국특허 제 5,803,106호(Cohen 등); 제 5,868,153호(Cohen 등); 제 6,053,424호(Gipson 등) 및 제 6,380,264호(Jameson 등)이 있으며, 각각의 개시내용은 본원에 참고로 인용한다. 이들 참고문헌은 일반적으로 가압된 액체에 초음파 에너지를 인가함으로써 오리피스를 통해 가압된 액체의 유량을 증가시키기 위한 장치를 개시한다. 특히, 가압된 액체는, 가압된 액체를 챔버

로부터 배출시키는 출구 오리피스(또는 배출 오리피스)를 구비하는 다이 팁(die tip)을 갖는 하우징의 챔버 내로 전달된다.

[0005] 초음파 호른은 챔버 내에 부분적으로 그리고 챔버 외측에 부분적으로 세로방향으로 연장되며, 그 팁부에서 호른의 초음파 진동을 증폭시키도록 배출 오리피스에 인접하게 배치된 팁부 쪽으로 감소하는 직경을 갖는다. 호른을 초음파 진동시키도록 호른의 외측 단부에 변환기가 부착된다. 이와 같은 장치의 잠재적인 단점은 각종 구성 요소들이 고압 환경에 노출되면 구성요소에 실질적인 응력을 부여한다는 것이다. 특히, 초음파 호른의 일부가 챔버 내에 가라앉고 다른 부분이 그렇지 않기 때문에, 호른의 상이한 세그먼트에 부여된 실질적인 압력차가 있으므로, 호른 상에 추가적인 응력이 발생된다. 더욱이, 이와 같은 장치는 장치로부터 액체의 전달을 제어하는 몇몇의 초음파 액체 전달 장치에서 통상적인 작동하는 밸브 부재를 쉽게 수용할 수 없다.

[0006] 또 다른 액체 전달 장치, 특히 장치로부터 액체 유동을 제어하도록 작동하는 밸브 부재를 구비하는 장치에 있어서, 액체가 장치로부터 배출될 때 밸브 부재 자체를 초음파 여기하는 것이 공지되어 있다. 예를 들면, 미국특허 제6,543,700(Jameson 등)은 인젝터의 밸브 니들이 초음파 주파수에서 변경하는 자기장에 반응하는 정자기적 재료의 적어도 일부에 형성되는 것을 개시하며, 그 개시내용은 본원에 참고로 인용한다. 밸브 본체(즉, 하우징)로부터 연료가 배출되도록 밸브 니들이 위치설정되면, 초음파 주파수에서 변경하는 자기장은 밸브 니들의 정자기적 부분에 인가된다. 따라서, 밸브 니들은, 배출 오리피스를 거쳐 인젝터로부터 배출될 때, 연료에 초음파 에너지를 부여하도록 초음파 여기된다.

[0007] 상술한 바와 같이, 초음파 액체 전달 장치는 각종 분야에서 각종액체를 통전하는데 이용된다. 몇 가지의 액체는 바람직하지 못하게 분리할 수 있는 다상 또는 다성분 액체(예컨대, 수용성 용액)이다. 일례로서, 연료 오일은 연소실로 전달되기 전에 분리할 수 있으므로, 챔버의 효율을 상당히 감소시킬 수 있다. 이에 따라, 연료 오일이 연소실로 전달되기 전에 연료 오일을 바로 혼합하는 것이 유리할 것이다. 연료 오일의 전달 이외의 다른 적용에서는, 이와 동일한 결점을 받는다. 더욱이, 몇몇 적용에서는, 초음파 액체 전달 장치가 적절한 위치에서 배출 오리피스를 위치설정하도록 소정의 거리를 늘이는 것이 필요하다. 그 결과, 비교적 긴 범위를 수용할 수 있는 초음파 파장을 갖는 것이 바람직할 것이다.

발명의 상세한 설명

[0008] 일 실시예에 있어서, 초음파 액체 전달 장치는, 기다란 하우징으로서, 내부 챔버, 액체가 상기 내부 챔버에 도입하도록 상기 하우징의 내부 챔버와 유체 연통하는 입구, 및 상기 내부 챔버 내의 액체가 상기 하우징으로부터 배출하도록 상기 하우징의 내부 챔버와 유체 연통하는 출구를 갖는, 상기 기다란 하우징을 포함한다. 기다란 초음파 도파관은, 상기 액체가 상기 출구를 통해 상기 하우징으로부터 배출되기 전에, 상기 내부 챔버 내의 액체를 초음파 통전하도록 상기 하우징의 내부 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된다. 상기 초음파 도파관은 상기 입구와 상기 출구 중간에 있는 상기 하우징의 내부 챔버 내의 상기 초음파 도파관으로부터 외측으로 연장되는 교반 부재를 갖는다. 상기 교반 부재와 상기 초음파 도파관은, 상기 초음파 도파관의 초음파 진동 시에 상기 초음파 도파관에 대한 상기 교반 부재의 동적 운동을 위해 구성 및 배치된다. 여기 장치는 상기 초음파 도파관과 상기 교반 부재를 초음파 여기하도록 작동가능하다.

[0009] 다른 실시예에 있어서, 초음파 액체 전달 장치는, 액체를 하우징 내에 수용하기 위한 입구, 액체를 상기 하우징으로부터 배출하는 출구, 및 상기 입구로부터 상기 출구로 상기 하우징 내의 액체의 유동을 지향시키도록 상기 입구와 상기 출구와 유체 연통하는 내부 유동 경로를 갖는다. 초음파 도파관은, 상기 하우징과 별개 형성되며 기다란 초음파 도파관으로서, 상기 초음파 도파관은 상기 액체가 상기 출구를 통해 상기 하우징으로부터 배출되기 전에, 상기 유동 경로 내의 액체를 초음파 통전하도록 상기 유동 경로 내에 적어도 부분적으로 배치된다. 교반 부재는 상기 초음파 도파관으로부터 외측으로 연장된다. 여기 장치는 상기 초음파 도파관과 상기 교반 부재를 초음파 여기하도록 작동가능하다.

[0010] 또 다른 실시예에 있어서, 초음파 액체 전달 장치는, 액체를 하우징 내에 수용하기 위한 입구, 액체를 상기 하우징으로부터 배출하는 출구, 및 상기 입구로부터 상기 출구로 상기 하우징 내의 액체의 유동을 지향시키도록 상기 입구와 상기 출구와 유체 연통하는 유동 경로를 갖는다. 기다란 초음파 도파관은 상기 액체가 상기 출구를 통해 상기 하우징으로부터 배출되기 전에, 상기 유동 경로 내의 액체를 초음파 통전하도록 상기 유동 경로 내에 적어도 부분적으로 배치된다. 복수의 교반 부재는 상기 초음파 도파관으로부터 가로방향 외측으로 연장된다. 상기 교반 부재와 상기 초음파 도파관은, 상기 초음파 도파관의 초음파 진동 시에 상기 초음파 도파관에

대한 상기 교반부재의 동적 운동을 위해 구성 및 배치된다. 여기 장치는 상기 초음파 도파관과 상기 교반 부재를 초음파 여기하도록 작동가능하다.

실시예

- [0027] 도면, 특히 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 액체 전달 장치는, 내연기관(도시하지 않음)과 함께 사용되는 초음파 연료 인젝터의 형태로 도시되며, 참조부호(21)로 나타낸다. 그러나, 연료 인젝터(21)와 관련된 개념은 다른 초음파 액체 전달 장치, 예컨대 분무기(nebulizers) 및 다른 약제 전달 장치, 성형 장비, 습윤기, 엔진용 연료 분사 시스템, 페인트 분무 시스템, 잉크 전달 시스템, 혼합 시스템, 균질화 시스템 등에 적용가능한 것으로 이해된다.
- [0028] 본원에 사용된 용어 "액체(liquid)"는 기체와 고체 중간의 물질의 무정형(비결정질)의 형태를 지칭하며, 그 분자는 기체에서보다 훨씬 더 농도가 짙지만, 고체에서는 훨씬 더 농도가 연하다. 액체는 단일 성분을 포함할 수 있거나, 또는 다수 성분으로 구성될 수 있다. 예를 들면, 액체의 특성은 인가된 힘의 결과로서 흐르는 능력이다. 힘의 적용시에 바로 흐르고 그리고 유량이 인가된 힘에 정비례하는 액체는 일반적으로 뉴턴 액체로 지칭된다. 다른 적합한 액체는 힘이 인가될 때 비정상적인 유동 반응을 가지며 비뉴턴 유동 특성을 나타낸다.
- [0029] 예컨대, 본 발명의 초음파 액체 전달 장치는 용융된 역청(molten bitumens), 점성 페인트, 고온 용융 접착제, 열에 노출될 때 유동가능한 형태로 연화되며 냉각 시에 비교적 고정 또는 경화된 상태로 복귀하는 열가소성 재료(예컨대, 생고무, 왁스, 폴리올레핀 등), 시럽, 중유, 잉크, 연료, 액체 약물, 유상액, 슬러리, 혼탁액 및 그 조합물 등의 액체를 전달하는데 이용될 수 있다.
- [0030] 도 1에 도시한 연료 인젝터(21)는 육상, 항공 및 해양 차량, 발전기 및 연료 작동식 엔진을 채용하는 다른 장치와 함께 사용될 수 있다. 특히, 연료 인젝터(21)는 디젤 연료를 사용하는 엔진과 함께 사용하는데 적합하다. 그러나, 연료 인젝터는 다른 유형의 연료를 사용하는 엔진과 함께 사용할 수 있다. 따라서, 본원에 사용된 용어 "연료"는 엔진의 작동에 사용되는 임의의 연소가능한 연료를 의미하며, 디젤 연료에 한정되지 않는다.
- [0031] 연료 인젝터(21)는 연료원(도시하지 않음)으로부터 가압된 연료를 수용하며 엔진, 예컨대 엔진의 연소실에 미분화 분무액을 전달하기 위한 하우징(23)을 포함한다. 도시한 실시예에 있어서, 하우징(23)은 기다란 본체(25), 노즐(27)(때때로 밸브 본체로도 지칭함), 및 본체, 노즐 및 너트를 서로 조립된 상태로 보유하는 보유 부재(29)(예컨대, 너트)를 포함한다. 특히, 본체(25)의 하단부(31)는 노즐(27)의 상단부(33)에 대해 안착한다. 보유 부재(29)는 본체와 노즐(27)의 정합 단부(31, 33)를 서로 가압하도록 본체(25)의 외부면에 고정(예컨대, 나사 고정)하는 것이 바람직하다.
- [0032] 용어 "상부(upper)" 및 "하부(lower)"는 각종 도면에 도시된 연료 인젝터(21)의 수직 배향에 따라 본원에서 사용되며, 사용시에 연료 인젝터의 필요한 배향을 기술할 의도는 아니다. 즉, 연료 인젝터(21)는 도면에 도시한 수직방향 배향 이외로 배향될 수 있으며, 이는 본 발명의 범위 내에 있다. 용어 "축방향(axial)" 및 "세로방향(longitudinal)"은 연료 인젝터의 길이방향(예컨대, 도시한 실시예에서 수직방향)을 방향적으로 지칭한다. 용어 "가로방향(transverse)", "측방향(lateral)" 및 "반경방향(radial)"은 축방향(예컨대, 세로방향)에 수직한 방향을 언급한다. 용어 "내측(inner)" 및 "외측(outer)"은 연료 인젝터의 축방향에 대한 가로방향을 지칭하며, 용어 "내측"이 연료 인젝터의 내부를 향한 방향을 지칭하며, 용어 "외측"이 인젝터의 외부를 향한 방향을 지칭한다.
- [0033] 본체(25)는 그 길이를 따라 세로방향으로 연장되는 축방향 보어(35)를 갖는다. 보어(35)의 가로방향 또는 단면 치수는 명백함을 위해 보어의 별개의 세로방향 세그먼트를 따라 변한다. 특히, 도 3을 참조하면, 본체(25)의 상단부(37)에서, 보어(35)의 단면 치수는 종래의 솔레노이드 밸브(도시하지 않음)를 본체 상에 안착시키는 시트(39)를 형성하도록 단차되어 있으며, 솔레노이드 밸브의 일부는 본체의 중앙 보어 내에서 하측으로 연장된다. 연료 인젝터(21)와 솔레노이드 밸브는 적절한 커넥터(도시하지 않음)에 의해 서로 조립된 상태로 보유된다. 적절한 솔레노이드 밸브의 구성 및 작동은 당업자에게 잘 공지되어 있으므로, 본원에서 더 이상 기술하지는 않는다. 적절한 솔레노이드 밸브의 예는, "Solenoid valve for Controlling a Fuel Injector of an Internal Combustion Engine"의 명칭인 미국특허 제6,688,579호, "Solenoid valve"의 명칭인 미국특허 제6,827,332호, 및 "Solenoid valve Comprising a Plug-In/Rotative Connection"의 명칭의 미국특허 제6,874,706호에 개시되어 있다. 다른 적절한 솔레노이드 밸브도 사용될 수 있다.

- [0034] 중앙 보어(35)의 단면 치수는, 중앙 보어 내에 세로방향(및 도시한 실시예에서는 동측방향)으로 연장되는 핀 홀더(47)를 안착하는 솔더(45)를 형성하도록 솔레노이드 밸브 아래로 연장됨에 따라 더욱 내측으로 단차진다. 도 4에 도시한 바와 같이, 본체(25)의 보어(35)는 핀 홀더(47)를 연장하는 보어의 세그먼트 세로방향 아래로 연장됨에 따라 단면이 더욱 좁아지며, 인젝터(21)의 저압 챔버(49)를 적어도 부분적으로 형성한다.
- [0035] 저압 챔버(49)의 세로방향 아래에서, 본체(25)의 중앙 보어(35)는 후술하는 바와 같이 보어 내에 인젝터(21)의 밸브 니들(53)(넓게는, 밸브 부재)을 적어도 부분적으로 적절하게 위치시키기 위해 보어의 가이드 채널 세그먼트(및 고압 실링)(51)(도 4 및 도 5)를 형성하도록 훨씬 더 좁아진다. 도 8을 참조하면, 보어(35)의 단면 치수는, 본체(25)의 개방된 하단부(31)로 가이드 채널 세그먼트(51)의 세로방향 아래로 부분적(예컨대, 노즐(27)과 함께)으로 연장됨에 따라 증가되며, 인젝터 하우징(23)의 고압 챔버(55)(넓게는, 내측 연료 챔버 그리고 보다 넓게는, 내측 액체 챔버)를 형성한다.
- [0036] 상단부(37)와 하단부(31) 사이의 본체(25)의 측부에 연료 입구(57)(도 1 및 도 4)가 형성되며 이는 본체 내에서 연장되는 분기형 상측 및 하측 분배 채널(59, 61)과 연통한다. 특히, 상측 분배 채널(59)은 연료 입구(57)로부터 본체(25) 내의 상측으로 연장되며, 보어 내에 고정된 핀 홀더(47)에 인접하게 보어(35) 내로, 특히 핀 홀더를 안착하는 솔더(45) 바로 아래로 개방한다. 하측 분배 채널(61)은 연료 입구(57)로부터 본체(25) 내의 아래로 연장되며, 고압 챔버(55)에서 중앙 보어(35) 내로 개방한다. 연료 입구(57)에서 본체(25)를 통해 전달 튜브(63)가 내측으로 연장되며, 이는 적절한 슬리브(65)와 나사식 끼워맞춤부(67)와 조립된 상태로 보유된다. 연료 입구(57)는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 도 1 및 도 4에 도시한 것과는 달리 위치될 수 있다. 또한, 연료는 하우징(23)의 고압 챔버(55)에 단독으로 전달될 수 있으며, 이는 본 발명의 범위 내에 있는 것이다.
- [0037] 또한, 본체(25)는 그 측부 내에 적절한 연료 복귀 시스템(도시하지 않음)으로의 전달을 위해 인젝터(21)로부터 저압 연료가 배출되는 출구(69)(도 1 및 도 4)를 갖는다. 본체(25) 내에 제 1 복귀 채널(71)이 형성되며, 본체의 중앙 보어(35)의 저압 챔버(49)와 출구(69) 사이에서 유체 연통을 제공한다. 본체의 개방된 상단부(37)와 출구(69) 사이에 유체 연통을 제공하도록 본체(25) 내에 제 2 복귀 채널(73)이 형성된다. 그러나, 복귀 채널(71, 73) 중 하나 또는 양자는 본 발명의 범위로부터 벗어남이 없이 연료 인젝터(21)로부터 생략될 수 있다.
- [0038] 도 6 내지 도 8을 참조하면, 도시한 노즐(27)은 대체로 기다랗고 연료 인젝터 하우징(23)의 본체(25)와 동측으로 정렬된다. 특히, 노즐(27)은 특히 본체의 하단부(31)에서 본체의 측방향 보어(35)와 동측으로 정렬된 측방향 보어(75)를 가지므로, 본체와 노즐은 연료 인젝터 하우징(23)의 고압 챔버(55)를 함께 형성한다. 노즐 보어(75)의 단면 치수는 연료 인젝터(23) 내에 장착 부재(79)를 안착시키기 위한 솔더(77)를 형성하도록 노즐(27)의 상단부(33)에서 외측으로 단차진다. 노즐(27)의 하단부(팁부(81)로도 부름)는 대체로 원추형이다.
- [0039] 팁부(81)와 상단부(33) 중간에서, 노즐 보어(75)의 단면 치수(예컨대, 도시한 실시예에서의 직경)는 도 8에 도시한 바와 같이 노즐의 길이를 따라 대체로 균일하다. 하나 이상의 배출 포트(83)(2개는 도 7의 단면도에서 보이는 한편, 추가적인 포트는 도 10의 단면도에서 보임)는, 예컨대 도시한 실시예에서 노즐의 팁부(81)에서 노즐(27) 내에 형성되며, 그를 통해 고압 연료가 엔진으로의 전달을 위해 하우징(23)으로부터 배출된다. 일례로서, 하나의 적절한 실시예에 있어서, 노즐(27)은 8개의 배출 포트(83)를 가질 수 있으며, 각각의 배출 포트는 대략 0.006 인치(0.15 mm)의 직경을 갖는다. 그러나, 배출 포트의 개수 및 그 직경은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 변경할 수 있다. 하측 분배 채널(61)과 고압 챔버(55)는 하우징(23) 내에 유동 경로를 함께 형성하며, 이를 따라 고압 연료가 연료 입구(57)로부터 노즐(27)의 배출 포트(83)로 흐른다.
- [0040] 도 1 및 도 3을 참조하면, 핀 홀더(47)는 기다랗고 관형인 본체(85)와, 이 관형 본체의 상단부와 일체 형성되며 중앙 보어(35) 내의 본체(25)의 솔더(45) 상에 핀 홀더를 위치시키기 위해 관형 본체보다 큰 가로방향 단면으로 크기설정된 헤드(87)를 포함한다. 도시한 실시예에 있어서, 핀 홀더(47)는 본체(25)의 측방향 보어(35)와 동측으로 정렬되며, 핀 홀더의 관형 본체(85)는 본체의 측방향 보어 내에 본체와의 밀봉식 결합을 위해 크기설정된다. 핀 홀더(47)의 관형 본체(85)는 기다란 핀(93)을 핀 홀더 내에 미끄럼 운동가능하게 수용하기 위해 핀 홀더의 세로방향으로 연장되는 내측 채널(91)을 형성한다.
- [0041] 핀 홀더(47)의 헤드(87)는 그 상부면 내의 중앙에 형성된 대체로 오목한 디스크 형상의 리세스(95)와, 이 리세스의 중심으로부터 핀 홀더의 내측 채널(91)로 세로방향으로 연장되는 보어(97)를 갖는다. 도 3에 도시한 바와 같이, 본체의 보어(35)의 상부에서 본체(25)의 내부면과 핀 홀더의 측벽 사이에 환형 갭(99)이 형성된다. 채널의 상단부에서 핀 홀더(47)의 관형 본체(85)의 측벽으로부터 내측 채널(91)로 가로방향으로 공급 채널(101)이 연장되며, 공급 채널(101)은 그 가로방향 외측 단부에서 환형 갭(99)으로 개방한다. 공급 채널(101)은 고압 연료를 공급 채널, 핀(93) 상의 관형 본체(85)의 내측 채널, 및 핀 홀더(47)의 헤드(87) 내에서 세로방향으로 연

장되는 보어(97) 내에 수용하기 위해 환형 갭(99)을 거쳐 본체(25) 내의 상측 분배 채널(59)과 유체식 연통한다.

[0042] 핀(93)은 기다랗고 본체(25)의 축방향(35)과 핀 홀더 채널(91) 내에 동축으로 연장되는 것이 바람직하다. 핀의 나머지 부분이 핀 홀더 아래로부터 본체(25)의 보어(35)의 저압 챔버(49) 내로 세로방향으로 연장되는 한편, 핀 홀더(47)의 내측 채널(91) 내에서 근접하게 이격된 관계로 핀(93)의 상측 세그먼트가 미끄럼 운동가능하게 수용된다. 도 3에 도시한 바와 같이, 핀(93)의 상단부(103)(예컨대, 핀 홀더(47)의 내측 채널(101)의 상부에서)는 핀의 상단부 위에서 핀 홀더의 내측 내리 내에 고압 연료가 수용되도록 경사진다.

[0043] 또한, 본체 보어(35)의 저압 챔버(49) 내에는, 핀 홀더(49) 바로 아래에서 핀(93)을 둘러싸며(예컨대, 핀 홀더의 하부에 대해 위로 인접함), 스프링 시트, 핀과 동축 관계로 핀의 하단부에 대해 접하며 대향하는 스프링 시트를 형성하는 상단부를 갖는 해머(109), 및 핀이 스프링을 통해 세로방향으로 통과하는 상태로 해머와 스프링 슬리브 사이에서 보유되는 코일 스프링(111)을 형성하는 관형의 슬리브(107)(도 4)가 배치된다.

[0044] 밸브 니들(53)(넓게는, 밸브 부재)은 기다랗게 형성되며, 본체 보어의 가이드 채널 세그먼트(51)(도 8)를 통해 하측으로, 그리고 고압 챔버(55)를 통해 더욱 하측으로, 해머(109)의 하부와 접하는 밸브 니들의 상단부(113)(도 2)로부터 고압 챔버 내에서 노즐(27)의 팁부(81)에 근접하게 배치된 밸브 니들의 말단부(115)까지 본체(25)의 보어(35) 내에서 동축으로 연장된다. 도 4 및 도 8에서 가장 잘 도시된 바와 같이, 밸브 니들(53)은 축방향 보어(35)의 가이드 채널 세그먼트(51) 내에서 본체(25)와 근접하게 이격된 관계를 위해 가로방향 단면이 크기설정되므로, 노즐(27)에 대한 밸브 니들의 적절한 정렬을 유지한다.

[0045] 특히 도 7을 참조하면, 도시된 밸브 니들(53, valve needle)의 말단부(115, terminal end)는 노즐(27)의 팁(81)의 원뿔 형상과 일치되도록 일반적으로 원뿔 형상이며, 밸브 니들의 인접한 위치에서 일반적으로 노즐 팁의 내측 표면에 대하여 밀폐를 위한 차폐 표면(117, closure surface)을 형성한다. 특히, 밸브 니들(53)의 인접한 위치에서, 밸브 니들의 차폐 표면(117)은 배기 포트를 경유하여 노즐로부터 배기되는 연료에 대하여 노즐(그리고 보다 넓게 연료 인젝터 하우징(23))을 밀폐시키기 위하여 배기 포트(83)의 상부에서 노즐 팁(81)의 내측 표면에 대하여 밀폐한다. 밸브 니들의 개방 위치에서(도 7에 도시된), 밸브 니들(53)의 차폐 표면(117)은 고압챔버(55, high pressure chamber)에 있는 연료가 밸브 니들(53)과 노즐 팁(81) 사이에서 연료 인젝터(21)로부터의 배기를 위해 배기 포트(83)로 흐르도록 하기 위하여 노즐 팁(81)의 내부 표면으로부터 이격된다.

[0046] 일반적으로, 밸브 니들 말단부(115)의 차폐 표면(117)과 밸브 니들의 개방 위치에서 노즐 팁(81)의 마주보는 표면과의 사이 간격은 대략 0.002 인치(0.051 mm)에서 대략 0.025 인치(0.64 mm)의 범위가 적절하다. 그러나, 이 발명의 범위로부터 벗어남이 없이 상기한 간격은 상기한 특정 범위보다 크거나 작을 수 있음이 이해된다.

[0047] 노즐(27), 보다 상세하게는 팁(81)은 밸브 니들의 폐쇄 위치에서 밸브 니들(53)의 차폐 표면(117)을 안착시킨 노즐 내측 표면 위 이외에도 배기 포트(83)가 배치되도록 양자택일적으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 배기 포트(83)는 밸브 니들(53)의 차폐 표면(117)을 안착시킨 노즐 표면의 하류(배기 포트(83)로 향하도록 흐르는 연료의 방향에서)에 배치될 수 있고, 이것은 발명의 범위 내에 있다. 이와 같은 밸브 니들의 한가지 적절한 예에서 노즐 팁과 배기 포트의 배열은 미국 특허 제6,543,700에 설명되고, 그 개시 내용은 그것과 일치하는 범위까지 여기에 참조로 포함된다.

[0048] 따라서 핀(93), 해머(109) 그리고 밸브 니들(53)은 밸브 니들의 폐쇄 위치와 개방 위치 사이의 연료 인젝터 하우징(23) 내 동일한 축 상에서 세로방향으로 공동으로 이동 가능하다는 것이 이해될 수 있을 것이다. 슬리브(107)과 해머(109) 사이에 배치된 스프링(111)은 해머(109)를 적절하게 한쪽으로 치우치게 하고, 따라서 밸브 니들의 폐쇄 위치를 향하여 밸브 니들(53)을 치우치게 한다. 다른 적절한 밸브 구성은 본 발명의 범위로부터 벗어남이 없이 엔진으로 전달을 위한 인젝터로부터의 연료의 유동을 제어하기 위하여 가능할 것이라는 것은 이해될 수 있다. 예를 들어, 노즐(27)(넓게는, 하우징 23)은 개구를 가질 수 있고, 개구를 통해 밸브 니들(53)은 노즐의 외부를 향하여 연장되고, 개구를 통해 엔진으로 전달을 위한 노즐로부터 연료가 빠져 나간다. 이와 같은 실시예에서, 밸브 니들(53)의 말단부(115)는 밸브 니들의 폐쇄 위치에서 노즐(27) 대하여 노즐의 외부를 밀폐할 수 있다. 또한, 밸브 니들(53)의 작동은 솔레노이드 밸브 이외의 구성에 의해 제어될 수 있을 것임이 이해될 수 있고, 본 발명의 범위 내에 있다. 밸브 니들(53) 또는 다른 밸브 배열은 본 발명의 범위로부터 벗어남이 없이 연료 인젝터(21)로부터 모두 생략될 수 있다.

[0049] 특히 도 8과 도 9를 참조하면, 초음파 도파관(121, ultrasonic waveguide)은 밸브 니들(53)과 연료 인젝터 하우징(23)으로부터 분리 형성되고, 노즐에 형성된 배기 포트(83)를 경유하여 인젝터(21)를 빠져나가기 직전에 연

료 챔버에 있는 연료를 초음파적으로 통전하기 위하여 하우징의 고압챔버(55) 내에서 세로방향으로 노즐(27) 팁(81)의 직상부에 배치된 도파관의 말단부(123)로 연장된다. 도시된 도파관(121)은 알맞게 길이가 길고 관모양이며, 내부 통로(127)를 형성하는 측벽을 가지고, 도파관의 세로방향으로 서로 마주보는 상부와 하단부(129로 지시된 상단부)사이에서 내부 통로를 따라 연장된다. 도파관(121)의 하단부는 도파관의 말단부(123)를 형성한다. 도시된 도파관(121)은 일반적으로 고리모양(예를 들어, 원형의) 단면을 가진다. 그러나 도파관(121)은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 고리모양 이외의 다른 단면으로 형성될 수 있다. 또한, 도파관은 도파관의 전체 길이보다 짧은 길이를 따라 관모양일 수 있고, 일반적으로 심지어 도파관의 길이를 따라 속이 깎일 수 있다. 다른 실시예에서, 밸브 니들은 일반적으로 관모양일 수 있고, 도파관은 밸브 니들의 내부 내에 적어도 일부분이 배치될 수 있다.

[0050] 일반적으로, 도파관은 적절한 음파적이고 기계적인 특성을 가진 금속으로 이루어질 수 있다. 도파관의 구성을 위한 적절한 금속의 예는 제한 없이, 알루미늄(aluminum), 모넬(monel), 티타늄(titanium), 그리고 몇가지 합금강(alloy steel)을 포함한다. 또한, 도파관의 전부 또는 일부는 다른 금속으로 코팅될 수 있다. 초음파 도파관(121)은 도시된 실시예에서처럼 연료 인젝터 하우징(23), 그리고 보다 적절하게 고압챔버(55) 내에 장착부재(79)에 의해 고정된다. 도파관(121)의 단부(123, 129) 사이에서 세로방향으로 위치한 장착부재(79)는 일반적으로 장착부재(29)로부터 도파관의 상단부(129)까지 세로방향으로 상부로(도시된 실시예에서) 연장된 도파관의 상부 세그먼트(131)와, 장착부재로부터 도파관의 말단부(123)까지 세로방향으로 아래로 연장된 하부 세그먼트(133)를 형성한다.

[0051] 한편 도시된 실시예에서, 도파관(121)(예를 들어 도파관의 상, 하부 세그먼트 양쪽)은 하우징의 고압챔버(55) 내에 전체적으로 배치되고, 본 발명의 범위로부터 벗어남이 없이 도파관의 단지 일부분이 고압챔버 내에 배치될 수 있다. 예를 들어, 도파관(121)의 말단부(123)를 포함하는 단지 도파관(121)의 하부 세그먼트(133)는 고압 챔버(55) 내에 배치될 수 있고, 반면에 도파관의 상부 세그먼트(131)는 고압 챔버(55)의 외부에 배치되며, 도파관의 하부 세그먼트(133)는 인젝터 하우징(23) 내에서 고압 연료에 연결 또는 연결되지 않을 수 있다.

[0052] 도파관(121)의 내측 단면 치수(예를 들어 도시된 실시예에서 내부 지름)는(예를 들어 도파관의 내부 통로(127)의 단면 치수) 일반적으로 도파관의 길이를 따라 일정하고, 밸브 니들(53)을 수용할 적절한 크기가 되고, 밸브 니들은 도파관의 전체 길이를 따라 도파관의 내부 통로 내에서 동일축으로 연장된다(그리고, 도시된 실시예에서 도파관 상부의 햄머(109)를 가진 접합부 내로). 그러나, 밸브 니들(53)은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 단지 도파관(121)의 내부 통로(127)의 일부를 따라 연장될 수 있다. 또한, 도파관(121)의 내측 단면 치수는 도파관의 길이를 따라 일정하지 않을 수 있다. 도시된 실시예에서, 밸브 니들(53)의 말단부(115), 그리고 더욱 적절하게 밸브 니들의 차폐 표면(117)은 밸브 니들의 개방 위치와 폐쇄 위치에서 세로방향으로 도파관의 말단부(123)의 외부를 향하여 배치될 수 있다. 그러나, 밸브 니들(53)의 말단부(115)의 차폐 표면(117)은 밸브 니들의 폐쇄 위치에서 도파관(121)의 말단부(115)의 외부를 향하여 단지 연장되어야 하며, 밸브 니들의 개방 위치에서 도파관의 내부 통로(127) 내에 전부 또는 부분적으로 배치될 수 있다.

[0053] 도 7에 가장 잘 도시된 것처럼, 도파관(121)의 내부 통로(127) 내에서 확장된 밸브 니들(53)의 일부의 단면 치수(예를 들어 도시된 실시예에서 지름)는 일부에서 하우징 내 고압 연료를 위한 유동 경로를 형성하기 위한 도파관의 내부 통로의 단면 치수보다 약간 작게 형성되고, 밸브 니들의 길이를 따라 도파관 측벽(125)과 밸브 니들의 내부 표면 사이에서 연장된 유동 경로의 일부를 적절하게 형성한다. 예를 들어, 일 실시예에서 밸브 니들(53)은 도파관의 내부 통로(127) 내에 약 0.0005 인치(0.013 mm)와 약 0.0025 인치(0.064 mm) 범위에서 도파관 측벽(125)의 내측 표면으로부터 가로방향으로 이격된다.(예를 들어 도시된 실시예에서 원주 방향으로 이격된)

[0054] 통로(127)의 내에서 밸브 니들(53)의 세로방향으로 이격된 세그먼트의 양쪽을 따라서(예를 들어, 도파관(121)의 말단부(123)에 인접한 일 세그먼트(137)(도 7)과, 장착부재(79)의 직상부에 그리고 인접한 타 세그먼트(139)(도 6a)), 밸브 니들(53)의 단면 치수는 증가되고, 밸브 니들은 통로 내에서 적절한 정렬을 용이하게 하기 위하여 그리고 통로 내에서 밸브 니들의 가로방향 이동을 방지하기 위하여 통로 내에서 도파관과 더 가깝게 이격되고 또는 심지어 슬라이딩 접촉된다. 이러한 세그먼트에서 밸브 니들(53)의 외측 표면은 도파관(121)의 내부 통로(127) 내에서 연장된 유동 경로의 일부분을 부분적으로 형성하기 위해 통로 내에 형성된 하나 이상의 플랫(미도시)를 가진다. 선택적으로, 밸브 니들(53)의 외측 표면에는 이와 같은 세그먼트를 지나 도파관(121)의 내부 통로(127) 내에 연료가 흐르도록 하기 위하여 이들 세그먼트에 세로방향의 홈이 형성될 수 있다.

[0055] 특히, 도 7을 참조하면, 도파관 측벽(125)의 외측 표면은 유동 경로를 더 형성하기 위하여 본체(25)와 노즐(27)로부터 가로방향으로 이격되고, 고압 연료는 연료 입구(57)로부터 배기 포트(83)까지 유동 경로를 통해 흐르

고, 더욱 적절하게 도파관(125)의 외부 표면은 유동 경로의 일부를 도파관의 외부에서 또는 외부를 향하여 형성한다. 일반적으로, 도파관 측벽(125)의 외부 단면 치수(예를 들어, 도시된 실시예에서 외부 지름)는 도파관(121)의 말단부(123)에 및/또는 인접하게 세로방향으로 배치된 도파관의 확장부(195)와, 도파관의 상단부(129)에 세로방향으로 인접하게 배치되는 다른 확장부(153) 사이에 들어가도록 도파관 측벽의 길이를 따라 일정하다. 예로써, 도파관 측벽(125)과 도파관의 말단부(123)의 노즐(27) 상류(예를 들어 노즐의 상단부(33))으로부터 배기 포트(83)까지 연료가 흐르는 방향에 관계된) 사이의 가로(예를 들어 도시된 실시예에서 원주방향) 간격은 적절하게 약 0.001 인치(0.025 mm)와 약 0.021 인치(0.533 mm) 범위에 있다. 그러나 간격은 본 발명의 범위로부터 벗어남이 없이 상기한 범위 이하 또는 이상일 수 있다.

[0056] 도파관(121)의 하부 세그먼트(133)의 부분(195)의 외측 단면 치수는 적절하게 증가하고, 더욱 바람직하게 가로 방향으로 외부를 향하여 도파관의 말단부(123)에 인접하게 또는 도파관의 말단부(123)에서 테이퍼지고 또는 나팔 모양으로 벌어진다. 예를 들어, 도파관(121)의 하부 세그먼트(133)의 이러한 확장부(195)의 단면 치수는 고압 챔버(55) 내 도파관(그리고 따라서 밸브 니들(53))의 적절한 축방향 정렬을 유지하기 위하여 노즐(27)의 중심 보어(75) 내 노즐(27)과 가깝게 이격되도록 또는 심지어 슬라이딩 접촉되도록 형성된다.

[0057] 결과적으로, 도파관(121)과 노즐(27) 사이의 유동 경로의 일부분은 도파관의 말단부를 지나 배기 포트(83)로의 연료의 유동을 일반적으로 제한하기 위하여 일반적으로 도파관의 말단부에 인접한 유동 경로 상류와 비교하여 도파관의 말단부(123)에 인접하게 또는 도파관의 말단부에서 더 좁아진다. 또한, 도파관(121)의 하부 세그먼트(133)의 확장부(195)는 도파관의 말단부(123)를 지나 흐르는 연료가 노출되는 증가되고 초음파적으로 여기되는 표면 영역을 제공한다. 하나 이상의 플레이트(197)(도 9)는 노즐(27)의 배기 포트(83)로 흐르기 위해 도파관(121)의 말단부(123)를 지나 연료 통로를 따른 연료의 유동을 용이하게 하기 위해 하부 세그먼트(133)의 확장부(195)의 외측 표면에 형성된다. 도파관 측벽(115)의 확장부(195)는 테이퍼지거나 나팔 모양으로 벌어지는 대신에 외부를 향하여 단차(steped)질 수 있다. 또한, 본 발명의 범위 내에서 확장부(195)의 상부와 하부 표면은 곧은 대신에 기복질 수 있다.

[0058] 한가지 예에서, 예를 들어 도파관의 말단부(123)에 있는 및/또는 도파관의 말단부(123)에 인접한, 도파관 하부 세그먼트(133)의 확장부(195)는 약 0.2105 인치(5.35 mm)의 최대 외측 단면 치수(예를 들어, 도시된 실시예에서 외부 지름)를 가지며, 반면에 이러한 확장부에 인접한 상류 도파관의 최대 외측 단면 치수는 약 0.16 인치(4.06 mm) 내지 약 0.2105 인치(5.35 mm)보다 약간 작은 값의 범위내에 있을 수 있다.

[0059] 도파관(121)의 말단부(123)과 노즐(27) 사이의 가로방향 간격은 개방 영역을 형성하고, 개방 영역을 통해 연료는 도파관의 말단부를 지나 유동 경로를 따라 흐른다. 하나 이상의 배기 포트(83)는 개방 영역을 형성하고 개방 영역을 통해 연료가 하우징(23)을 빠져나간다. 예를 들어, 하나의 배기 포트는 개방 영역을 제공하고 개방 영역을 통해 하우징(23)을 빠져 나가는 영역은 배기 포트의 단면 영역으로 정의되고(예를 들어 연료가 배기 포트에 들어가는 영역), 복수개의 배기 포트가 개방 영역에 존재하고, 개방 영역을 통해 하우징으로부터 연료가 빠져나가는 영역은 배기 포트의 단면 영역의 합으로 정의된다. 일실시예에서, 도파관(121)의 말단부(123)와 노즐(27)에서의 개방 영역과 연료가 하우징(23)(예를 들어 배기 포트(83)에서)을 빠져나가는 개방 영역의 비는 적절하게 약 4:1 내지 약 20:1의 범위에 있다.

[0060] 다른 적절한 실시예에서, 도파관(121)의 하부 세그먼트(133)는 일반적으로 도파관(121)의 전 길이(예를 들어 확장부분(195)가 형성되지 않은)를 따라 일정한 외측 단면 치수를 가질 수 있고, 또한 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 외측 단면 치수(예를 들어 도파관의 말단부(123)를 향하여 실질적으로 좁은)가 감소할 수 있다.

[0061] 다시 도 8 및 도 9를 참조하면, 도파관(121)을 기계적으로, 초음파적으로 진동시키기 위해 통전하는 여기 장치(excitation device)는 도파관을 따라 고압챔버(55) 내 전체적으로 배치되고, 일반적으로 145로 지시된다. 일실시예에서, 여기 장치(145)는 도파관을 초음파적으로 진동시키기 위한 높은 주파수 전기적 전류(예를 들어 초음파 주파수)에 반응한다. 예로써, 여기 장치(145)는 여기 장치로 높은 주파수의 교류 전류를 전달하도록 작동할 수 있는 적절한 발생 시스템(generating system, 미도시)으로부터 높은 주파수 전기적 전류를 적절하게 수신할 수 있다. 여기서 사용되는 '초음파'라는 용어는 약 15kHz 내지 약 100kHz의 범위에 있는 주파수를 가진다는 것을 의미하기 위해 사용된다. 예로서, 일실시예에서 발생 시스템은 약 15kHz 내지 약 100kHz의 범위에 있는 더욱 적절하게 약 15kHz 내지 약 60kHz의 범위에 있는, 심지어 더욱 적절하게 약 20kHz 내지 약 40kHz의 범위에 있는 초음파 주파수에서 여기 장치로 교류 전류를 적절하게 전달할 수 있다. 이러한 발생 시스템은 당업자에게 널리 알려진 것이므로 여기서는 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[0062] 도시된 실시예에서 여기 장치(145)는 압전기 장치를 포함하고, 그리고 더욱 적절하게 도파관(121)의 상부 세그

먼트(131)의 주위를 둘러싸며, 장착부재(79)에 의해 형성된 숄더(149, shoulder) 상에 안착된 복수개의 싸여진 압전기 링(147)(예를 들어 적어도 둘 그리고 도시된 실시예에서 넷)을 포함한다. 고리모양의 칼라(151, annular collar)는 압전기 링(147) 상부에 있는 도파관(121)의 상부 세그먼트(131)를 둘러싸고, 최상부 링을 압박한다. 적절하게 칼라(151)는 높은 밀도 물질로 구성된다. 예로서, 칼라(151)로 구성될 수 있는 적절한 한가지 물질은 텅스텐(tungsten)이다. 그러나, 칼라(151)는 본 발명의 범위 내에서 다른 적절한 물질로 이루어질 수 있다. 도파관(121)의 상부단(129)에 인접한 확장부(153)는 증가된 외부 단면 치수(예를 들어 도시된 실시예에서 증가된 외측 직경)를 가지고, 이 세그먼트를 따라 나사결합된다. 칼라(151)는 도파관(121)부에 칼라를 나사결합으로 고정시키기 위하여 내부에 나사산이 형성된다. 칼라(151)는 칼라와 장착부재(79)의 숄더(149) 사이에서 링을 압박하기 위해 압전기 링(147)의 더미에 대하여 아래로 적절하게 죄어진다.

[0063] 도시된 실시예의 도파관(121)과 여기 장치(145) 모두는 넓게 고압 챔버(55)에서 연료를 초음파적으로 통전시키기 위한 도파관 어셈블리로 정의되고, 일반적으로 150으로 지시된다. 따라서, 전체 도파관 어셈블리(150)는 연료 인젝터(21)의 고압챔버(55) 내에 전체적으로 배치되고, 결국 연료 인젝터 내에서 고압 환경에 균일하게 노출된다. 예로서, 도시된 도파관 어셈블리는 특히 초음파 호른(ultrasonic horn)과 초음파 호른을 초음파적으로 진동시키기 위한 변화기 양자 모두로 작동하도록 구성된다. 특히, 도 8에 도시된 바와 같이 도파관(121)의 하부 세그먼트(133)는 일반적으로 초음파 호른의 방식으로 작동하고, 도파관의 상부 세그먼트(131), 보다 적절하게 장착부재(79)로부터 여기 장치(예를 들어 압전기 링)와 함께 도파관의 상부 세그먼트를 칼라(131)가 죄는 위치까지 연장된 상부 세그먼트 일부는 변환기로 작동한다.

[0064] 도시된 실시예의 압전기 링(147)에 전기적 전류(예를 들어 초음파 주파수에서 전달되는 교류 전류) 전달되는 동안, 압전기 링은 링에 전달된 전류에서의 초음파 주파수에서 팽창하고 수축한다(특히 연료 인젝터(21)의 세로 방향으로). 왜냐하면, 링(147)은 칼라(151)(도파관(121)의 상부 세그먼트를 죄는)와 장착부재(79) 사이에서 압축되고, 링의 확장과 수축은 변환기의 방식과 같이, 도파관의 상부 세그먼트를 늘리고 초음파적으로(예를 들어 일반적으로 압전기 링이 확장하고 수축하는 주파수에서) 압축되게 한다. 이러한 방식에서 도파관(121)의 상부 세그먼트(131)의 연장과 수축은 특히 도파관의 하부 세그먼트를 따라서 도파관의 공진 주파수를 일으키고, 예를 들어 초음파 호른의 방식으로 하부 세그먼트를 따라 도파관의 초음파 진동을 일으킨다.

[0065] 예로서, 일실시예에서 도파관의 초음파 여기로부터 유래한 도파관의 하부 세그먼트(133)의 변위(displacement)는 압전기 링과 도파관의 상부 세그먼트의 약 6배 변위까지 일 수 있다. 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 하부 세그먼트(133)의 변위는 6배 보다 더 확대될 수 있고, 전혀 확대되지 않을 수 있다.

[0066] 도파관(121)의 일부(예를 들어, 도파관의 상부 세그먼트(131)의 일부)는 선택적으로 초음파 주파수에서 변화하는 자기장에 반응하는 자기변형적 물질로 이루어질 수 있다. 이와 같은 실시예(미도시)에서 여기 장치는 전체 또는 일부가 하우징 내에 배치되는 자기장 발생기를 포함하고, 자기장 발생기는 전기적 전류를 받아 반응하여 자기장을 자기변형적 물질에 적용하도록 작동할 수 있고, 하우징 내에서 자기장은 초음파 주파수를 변화시킨다.(예를 들어, 온으로부터 오프까지, 하나의 크기로부터 다른 크기로, 및/또는 방향 변화)

[0067] 예를 들어, 적절한 발생기는 초음파 주파수에서 코일에 전류를 전달하는 발생 시스템에 연결된 전기적 코일을 포함할 수 있다. 따라서, 도파관(121)의 하부 세그먼트(133)가 초음파 호른으로 다시 작동하는 동안 도파관의 자기변형적 부분과 이와 같은 실시예에서의 자기장 발생기는 서로 변환기로 작동한다. 적절한 자기변형적 물질과 자기장 발생기의 한가지 예는 미국 특허 제6,543,700에 개시되고, 그 개시 내용은 그것과 일치하는 범위까지 여기에 참조로 포함된다.

[0068] 한편, 도파관 어셈블리(150) 전부는 연료 인젝터 하우징(23)의 고압챔버(55) 내에 배치되는 것으로 도시되나, 도파관 어셈블리의 하나 이상의 구성요소는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 전체적으로 또는 부분적으로 고압챔버의 외부에 배치될 수 있고, 심지어 하우징의 외부에 배치될 수 있다. 예를 들어, 자기변형적 물질이 사용되는 곳에서, 자기장 발생기(넓게, 여기 장치)는 몸체(25, main body)에 배치되거나 연료 인젝터 하우징(23)의 다른 구성에 배치되고, 단지 부분적으로 노출되거나 고압챔버(55)로부터 완전하게 밀봉된다. 다른 실시예에서, 도파관(121)의 상부 세그먼트(131)와 압전기 링(147)(그리고 칼라(151))은 서로 도파관의 말단부(123)가 고압챔버 내에 배치되는 한, 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 고압챔버(55)의 외부에 위치될 수 있다.

[0069] 압전기 링(147)과 도파관(121)의 상부 세그먼트(131) 주위의 칼라(151)를 배치시킴에 의해, 도파관 어셈블리(150) 전부는 더 이상 도파관 그 자체보다 더 길 필요가 없다(예를 들어, 어셈블리의 길이에 대비되는 것과 같이, 그리고 변환기와 초음파 호른이 틀에 박힌 한쪽 끝에서 한쪽 끝으로 배열되는, 또는 싸여지는 배열인). 한가지 예로서, 전체 도파관 어셈블리(150)는 도파관의 공명 파장의 약 1/2(그렇지 않더라도 일반적으로 반파장으

로 언급되는)과 같은 길이를 가진다. 특히, 약 15kHz 내지 약 100kHz의 범위에 있는, 더욱 적절하게 약 15kHz 내지 약 60kHz의 범위에 있는, 심지어 더욱 적절하게 약 20kHz 내지 약 40kHz의 범위에 있는 적절한 초음파 주파수에서 공명되도록 구성된다. 이와 같은 주파수에서 작동하는 반파장 도파관 어셈블리(150)는 각각 약 133mm 내지 약 20 mm의 범위에 있는, 더욱 적절하게 133mm 내지 약 37.5 mm의 범위에 있는, 심지어 더욱 적절하게 약 100mm 내지 50 mm의 범위에 있는 총 길이(반파장에 관련된)를 가진다. 더욱 특별한 예로서, 도 8 및 도 9에 도시된 도파관 어셈블리(150)는 약 40 kHz의 주파수에서 작동되도록 구성되고, 약 50mm의 총 길이를 가진다. 그러나, 하우징(23)은 전 파장을 가진 도파관 어셈블리가 내부에 배치될 수 있도록 허용되는 충분한 크기로 형성될 수 있다. 또한, 이와 같은 배치에서 도파관 어셈블리는 쌓여진 구성에서 초음파 호른과 변환기를 포함할 수 있다.

[0070] 전기적으로 비전도성 슬리브(155)(도시된 실시예에서 실린더 형상, 그러나 다르게 형성될 수 있는)는 칼라(115)의 상단부에 안착되고, 칼라로부터 고압챔버(55)의 상단부까지 상부로 연장된다. 슬리브(155)는 또한 적절하게 일반적인 유연한 물질로 구성된다. 한가지 예로서, 슬리브(155)로 구성될 수 있는 한가지 적절한 물질은 미국의 제너럴 일렉트릭사로부터 사용할 수 있는 상표명 ULTEM의 비결정질 열가소성 폴리에테리미드 물질(amorphous thermoplastic polyetherimide material)이다. 그러나 세라믹과 같은, 다른 적절한 전기적으로 비전도성 물질은 슬리브(155)를 구성하도록 사용될 수 있고, 이것은 본 발명의 범위 내에 있다. 슬리브(155)의 상단부는 전체적으로 고리모양으로 형성된 플랜지(157)를 가지고, 플랜지는 슬리브의 상단부로부터 외부로 향하여 원주방향으로 연장되며, 그리고, 슬리브의 상단부는 슬리브의 상단부에서 일반적으로 유연한 네개의 탭(161)을 형성하는 네개의 세로방향으로 연장된 슬롯(159)의 세트를 가진다. 제2 고리모양 플랜지(163)는 전체적으로 슬리브(155)에 형성되고, 예를 들어 슬리브의 상단부에 배치된 고리모양 플랜지(157)와 관련하여 세로방향으로 이격된, 세로방향으로 연장된 슬롯(159)의 직하부에서 슬리브로부터 원주방향으로 외부로 향하여 연장된다.

[0071] 전기적 전도성 물질로 이루어진 접촉링(165, contact ring)은 슬리브(155)의 경계를 정하고, 세로방향으로 이격된 슬리브의 고리모양 플랜지(157, 163) 사이에 배치된다. 일 실시예에서, 접촉링(165)은 적절하게 황동(brass)으로 이루어진다. 그러나 접촉링(165)은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 적절한 전기적 전도성 물질로 이루어질 수 있다. 또한, 링 이외의 접촉 장치, 예를 들어 단일 점접촉 장치, 유연한 및/또는 스프링-적재된 탭 또는 다른 적절한 전기적 전도성 장치가 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 사용될 수 있다. 도시된 실시예에서 접촉링(165)의 내측 단면 치수(예를 들어, 직경)는 고리모양 플랜지(157, 163) 사이에서 연장된 슬리브(155)의 세로방향 세그먼트의 외측 단면 치수보다 약간 작게 형성된다.

[0072] 접촉링(165)은 슬리브의 상단부 상부에서 접촉링을 아래로 억지 끼워 넣기로 슬리브(155) 내에 삽입된다. 슬리브(155)의 상단부에서 고리모양 플랜지(157)에 대하여 링(165)의 힘은 슬리브의 상단부에 형성된 고리모양 플랜지를 지나 링이 슬라이딩될 수 있도록 그리고, 제2 고리모양 플랜지(163) 위에 링이 안착되도록 원주방향으로 내부를 향하여 탭(161)을 강제로 구부러지게 한다. 접촉링(165)과 슬리브(155) 사이에서 마찰성의 맞물림이 제공되면서, 슬리브의 고리모양 플랜지(157, 163) 사이에서 접촉링을 보유하면서 탭(161)은 탭의 초기 위치를 향하여 뒤쪽으로 탄성적으로 이동한다.

[0073] 전기적 비전도성 물질로 이루어진 가이드 링(167, guide ring)은 접촉링(165)의 경계를 정하고, 전기적으로 접촉링(165)을 절연한다. 예로서, 가이드 링(167)은 (필수적인 것은 아니지만) 슬리브(163)과 동일한 물질로 이루어질 수 있다. 일 실시예에서, 클램핑에 의해, 또는 접촉링 위에 가이드링의 마찰성의 접합에 의해 가이드 링(167)은 적절하게 슬리브 위에 더욱 적절하게 접촉링(165) 위에 보유된다. 예를 들어, 가이드 링(167)은 도 9에 도시된 것과 같이 슬롯을 따라 파손된 불연속적인 링일 수 있다. 따라서, 가이드 링(167)은 접촉링(165) 상부에서 가이드 링을 접합시키기 위하여 슬롯에서 주변으로 확장할 수 있고, 계속되는 단계에서 가이드 링(167)은 접촉링 주위에서 탄성적으로 안정되게 단된다.

[0074] 특히 적절한 일 실시예에서, 고리모양 위치 너브(169, annular locating nub) 가이드 링(167)로부터 원주방향으로 내부를 향하여 연장되고, 접촉링 위에 가이드 링을 적절하게 위치시키기 위하여 접촉링(165)에 형성된 고리모양 그루브(171)에 수용될 수 있다. 그러나, 접촉링(165)과 가이드 링(167)은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 도 8 및 도 9에 도시된 것과 같은 슬리브(155) 이외에도 장착될 수 있다. 적절하게 적어도 하나 이상의 복수개의 테이퍼지거나 상부절결-원추형 개구(173)가 가이드 링(167)을 통해 접촉링으로 전기적 전류를 전달하기 위해 접촉링(165)에 액세스 되도록 원주방향으로 형성된다.

[0075] 도 5에서 가장 잘 보여지는 것처럼, 적절한 전기적 비전도성 물질로 이루어진 절연 슬리브(175, insulating sleeve)는 본체(25)의 내측에서 개구를 통과하여 연장되고, 가이드 링(167)의 개구(173) 중 어느 하나 내에서

안착되도록 구성된 일반적으로 원주형으로 형성된 말단부(177)를 가진다. 절연 슬리브(175)는 개구(173) 내에 본체(25)를 나사결합으로 고정시키는 적절한 피팅(179)에 의해 위치에 수용되고, 중심 개구를 가지며, 중심 개구를 통해 절연 슬리브가 연장된다. 적절한 전기적 와이어(181, electrical wiring)는 절연 슬리브(175)를 통과하여 와이어의 일단부에서 접촉링(165)에 전기적으로 접촉을 위해 연장되고, 타단부에서 전기적 전류의 근원(미도시)과 전기적으로 연결된다.

[0076] 부가적인 전기적 와이어링(183, electrical wiring)은 접촉링(165)로부터 고압챔버(55) 내에 슬리브(155)의 외부를 따라 아래로 연장되고, 가장 위쪽에 배치되는 압전기 링(147)과 다음에 배치되는 하부 압전기 링 사이에 배치되는 전극(미도시)과 전기적으로 연결된다. 분리 와이어(184, separate wire)는 전극과 가장 아래의 압전기 링(147)과 그 바로 위의 압전기 링 사이에 배치되는 다른 전극(미도시)을 전기적으로 연결한다. 장착부재(79) 및/또는 도파관(121)은 압전기 링(147)에 전달되는 전류를 위한 접지를 제공한다. 특히, 접지 와이어(185)는 장착부재(79)에 연결되고, 중간부의 두개의 압전기 링(147) 사이에 배치되는 전극(미도시)과의 접촉을 위해 중간부의 두개의 압전기 링(147) 사이까지 연장된다. 선택적으로, 제2 접지 와이어(미도시)는 중간부의 두개의 압전기 링(147) 사이로부터 최상부의 압전기 링과 칼라(151) 사이의 다른 전극(미도시)과 접촉을 위해 연장된다.

[0077] 특히, 도 6, 도 6a, 도 8, 및 도 9를 참조하면, 장착부재(79)는 적절하게 도파관의 단부(123, 129) 사이에 들어가는 도파관(121)에 연결된다. 더욱 적절하게 장착부재(79)는 도파관의 절결 영역(nodal region)에서 도파관(121)에 연결된다. 여기서 사용되는 바와 같이, 도파관(121)의 "절결 영역"은 세로 영역 또는 도파관 세그먼트를 따라 도파관의 초음파 진동 동안 거의(또는 전혀) 세로방향 변위가 발생되지 않고, 가로(예를 들어 도시된 실시예에서 원주 방향) 변위는 일반적으로 최대가 되는 세로 영역 또는 도파관의 세그먼트에 관한 것이다. 도파관(121)의 가로 변위는 적절하게 도파관의 가로 확장을 포함하고, 또한 도파관의 가로 이동(예를 들어 구부림)을 포함할 수 있다.

[0078] 도시된 실시예에서, 도파관(121)의 구성은 노달 평면(예를 들어, 가로 변위가 일반적으로 최대화되는 동안 세로 변위가 발생되지 않는 도파관의 가로방향의 평면)이 존재하지 않도록 하기 위한 것이다. 반대로 도시된 도파관(121)의 절결 영역은 도파관의 초기 변위가 가로 변위인 동시에 절결 영역 내 어떤 주어진 세로방향의 위치에서 약간의 세로 변위가 여전히 존재할 수 있도록 일반적으로 돔형상이다.

[0079] 그러나, 도파관(121)은 노달 평면(또는 때때로 언급되어지는 노달점)을 가지도록 적절하게 구성될 수 있고, 이와 같은 도파관의 노달 평면은 여기에서 정의된 절결 영역의 의미 내에서 고려된다. 또한, 장착부재(79)는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 도파관(121)의 절결 영역의 세로방향으로 상부 또는 하부에 배치될 수 있다.

[0080] 장착부재(79)는 연료 인젝터 하우징(23)으로부터 도파관(121)을 진동적으로 격리시키기 위하여 연료 인젝터(21)에 적절하게 구성되고 배치된다. 고압챔버(55) 내에서 도파관의 바람직한 가로 위치를 유지하고 연료 인젝터 하우징 내에서 도파관의 세로방향의 변위를 허용하면서 장착부재(25)가 연료 분사 하우징(23)으로 도파관(121)의 세로방향과 가로방향(예를 들어 원주방향)의 기계적 진동의 전달을 방지하는 것이다. 일례로서, 도시된 실시예에서의 장착부재(79)는 도파관(121)로부터 외부를 향하여 가로방향으로(예를 들어 도시된 실시예에서 원주방향으로)연장된 고리모양의 내부 세그먼트(187, inner segment), 내부 세그먼트로부터 가로방향으로 이격된 도파관의 가로방향으로 연장된 고리모양의 외부 세그먼트(189, outer segment), 내부와 외부 세그먼트를 상호 연결시키고, 가로방향으로 사이에서 연장되는 고리모양의 상호연결망(191, interconnecting web)을 포함한다. 한편, 내부와 외부 세그먼트(187, 189) 및 상호연결망(191)은 도파관의 주위에 대하여 계속적으로 연장되고, 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 하나 이상의 이러한 요소들은 바퀴살의 방식과 같이 도파관에 대하여 불연속적일 수 있다.

[0081] 도 6a에 도시된 실시예에서, 장착부재(79)의 내부 세그먼트(187)는 여기 장치(145), 예를 들어, 압전기 링(147)이, 안착되는 솔더(149)를 형성하는 평편한 상부 표면을 일반적으로 가진다. 내부 세그먼트(187)의 하부 표면(193)은 상호연결망(191)과 연결되도록 도파관(121)의 인접한 부분으로부터 연장됨에 따라 적절하게 윤곽이 그려지고, 더욱 적절하게 혼합된 방사상 윤곽을 가진다. 특히, 망(191)과 장착부재(79)의 내부 세그먼트(187)의 접합점에서 하부 표면(193)의 윤곽은 도파관(121)의 진동동안 망의 뒤틀림을 용이하게 하기 위하여 적절하게 더 작은 반경(예를 들어, 더 날카롭고, 덜 테이퍼지며, 또는 더 코너가 진) 윤곽이다. 장착부재(79)의 내부 세그먼트(187)와 도파관(121)의 접합점에서 하부 표면(193)의 윤곽은 도파관의 진동 동안 상호연결망(191)의 뒤틀림 동안 장착부재의 내부 세그먼트에서 응력(stress)을 감소시키기 위해 상대적으로 더 큰 반경(예를 들어 더 테이퍼지고 또는 부드러운) 윤곽이다.

[0082] 장착부재(79)의 외부 세그먼트(189)는 노즐의 상단부(33)에 인접하는 노즐(22)에 의해 형성된 솔더에 대하여 안

작되도록 구성된다. 도 6에 가장 잘 보여지는 것처럼, 노즐(27)의 내측 단면 치수(예를 들어, 내측 직경)은 도파관(121)의 초음파 진동 동안 장착부재의 변위를 가능하게 하도록 장착부재의 상호연결망(191)과 내부 세그먼트(18)의 윤곽이 지어진 하부 표면(193)으로부터 세로방향으로 이격되도록 노즐의 상단부(33)에 인접하여 내부를 향하여, 예를 들어 장착부재(79)의 아래에서 세로방향으로 단차진다. 장착부재(79)는 가로 단면에 적절하게 형성되어 적어도 외부 세그먼트(189)의 외부 모서리 끝이 노즐(27)의 솔더와 연료 인젝터 하우징(23)의 본체(25)의 하단부(31)(예를 들어 노즐의 상단부(33)에 안착된 본체의 표면) 사이에 세로방향으로 배치된다. 연료 인젝터(21)의 보유 부재(29, retaining member)는 노즐(27)과 본체(25) 사이에서 장착부재 외부 세그먼트(189)의 모서리 끝을 안전하게 하도록 노즐과 본체(25)를 서로 억지 끼움시킨다.

[0083] 상호연결망(191)은 도파관(121)의 초음파 진동에 반응하여 굽힘 및 또는 구부러짐을 용이하게 하기 위해 장착부재(79)의 외부와 내부 세그먼트(187, 189)보다 상대적으로 얇게 구성된다. 예로서, 일실시예에서 장착부재(79)의 상호연결망(191)의 두께는 약 0.2mm 내지 약 1mm의 범위에 있을 수 있고, 그리고 더욱 적절하게 약 0.4mm이다. 장착부재(79)의 상호연결망(191)은 적어도 하나의 축성 성분(192)과 적어도 하나의 가로방향(예를 들어, 도시된 실시예에서 원주방향)의 성분(194)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 상호연결망(191)이 가로방향 성분(194)에 의해 연결된 가로방향으로 이격된 한쌍의 축성 성분(192)을 가져, 망은 일반적으로 단면이 U형상이다.

[0084] 그러나 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 적어도 하나의 축상 성분(192)과 적어도 하나의 가로방향 성분(194)을 가진 다른 구성, 예를 들어 L 형상, H 형상, I 형상, 거꾸로 된 U 형상, 거꾸로 된 L 형상, 등이 적합할 수 있다. 적절한 상호연결망(191) 구성의 부가적인 예는 미국 특허 6,676,003호에 도시되고 설명되며, 그 개시 내용은 그것과 일치하는 범위까지 여기에 참조로 포함된다.

[0085] 망(191)의 축상 성분(192)은 장착부재의 내부와 외부 세그먼트(187, 189) 각각으로부터 의존되고, 세로방향의 성분에 일반적으로 외팔보처럼 만들어진다. 따라서, 축상 성분(192)은 도파관의 가로 변위로부터 하우징(23)을 그것에 의해 격리시키기 위해 장착부재의 내부 세그먼트(187)의 가로방향의 진동 변위에 대응하여 장착부재의 외부 세그먼트(189)와 관련하여 동적으로 구부러짐 및/또는 굽힘이 가능할 수 있다. 망(191)의 가로 성분(194)은 축상 성분(192)에 외팔보로 만들어져 도파관의 축상 변위로부터 하우징(23)을 그것에 의해 격리시키기 위해 내부 세그먼트(187)의 축상 진동 변위에 대응하여 가로 성분은 축상 성분과 관련하여 동적으로 구부러짐 및 굽힘이 가능할 수 있다.(그리고, 장착부재의 외부 세그먼트(189)에 대응하여)

[0086] 도시된 실시예에서, 도파관(121)은 도파관의 초음파 여기 중 절결 영역(예를 들어 장착부재가 도파관에 연결된 부분)에서 축방향으로 약간 옮겨지는 것만큼 원주방향으로 팽창한다. 대응하여, U형 상호연결부재(191)(예를 들어 상호연결망의 축상 그리고 가로 성분(192, 194))는 일반적으로 구부러지고 굽혀지며, 더욱 특별하게 장착부재(79)의 고정된 외부 세그먼트(189)에 대응하여 예를 들어 플런저 핸들의 축상 변위 중 변기 플런저 헤드가 말리는 방식과 유사하게 말린다. 따라서, 상호연결망(179)은 도파관(121)의 초음파 진동으로부터 연료 인젝터 하우징(23)을 격리시키고, 도시된 실시예에서 더욱 특별하게 상호연결망의 내부 세그먼트(187)의 진동 변위로부터 장착부재의 외부 세그먼트(189)를 격리시킨다. 이와 같은 장착부재(79) 구성은 또한 정상적인 작동 중에 발생할 수 있는 절결 영역의 이동을 보상하기 위한 충분한 대역폭을 제공한다. 특히, 장착부재(79)는 도파관(121)을 통해 초음파 에너지의 실제적 전송 동안 발생하는 절결 영역의 실제 시간 위치에 변화를 보상할 수 있다. 예를 들어, 고압챔버(55) 내 온도 및/또는 다른 환경 조건에서의 변화에 기인한 이러한 변화 또는 이동은 발생할 수 있다.

[0087] 한편, 도시된 실시예에서, 장착부재(79)의 내부와 외부 세그먼트(187, 189)는 일반적으로 도파관에 대응하여 동일한 세로방향 위치에 배치되고, 내부와 외부 세그먼트는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 서로로부터 세로방향으로 분리될 수 있다. 또한, 상호연결망(191)은 단지 하나 이상의 축상 성분(192)(예를 들어 가로 성분(194)이 생략될 수 있다)만을 포함할 수 있고, 이것은 본 발명의 범위 내에 있다. 예를 들어 노달 평면과 장착부재(79)를 가지는 도파관(121) 부분은 노달 평면 위에 위치되고, 장착부재는 단지 도파관의 세로 변위를 격리시키기 위해 구성되어야 할 필요가 있다. 선택적인 실시예에서(미도시), 장착부재는 도파관의 서로 마주보는 단부(123, 129) 중 어느 하나의 단부와 같은 도파관의 비절결 영역(antinodal region)에 인접하게 또는 비절결 영역에 배치될 수 있다. 이러한 실시예에서, 상호연결망(191)은 도파관의 축상 변위를 격리시키기 위해(예를 들어 거의 또는 전혀 비절결 영역에서 가로 변위가 발생하지 않는) 단지 하나 이상의 가로 성분(194)을 포함할 수 있다.

[0088] 한가지 특별하게 적절한 실시예에서 장착부재(79)는 단일 조각 구성이다. 심지어 더욱 적절하게 장착부재는 도 6에 도시된 것과 같이 도파관(121)에 필수적으로 형성될 수 있다. 그러나 장착부재(79)는 본 발명의 범위 내에서 도파관으로부터 분리되도록 구성될 수 있다. 또한 장착부재(79)의 하나 이상의 성분은 분리되어 구성되어 적

절하게 연결될 수 있거나 반면에 서로 일체일 수 있다.

- [0089] 한가지 적절한 실시예에서 장착부재(79)는 고압챔버(55) 내에 적절한 정렬에서 도파관(121)(그리고 밸브 니들(53))을 수용하기 위해 일반적으로 단단하게(예를 들어 하중 아래에서 정적인 변위에 저항하는) 구성된다. 예를 들어 일실시예에서 단단한 장착부재는 비탄성 물질로 이루어질 수 있고, 더욱 적절하게 금속, 그리고 보다 더 적절하게 도파관을 구성하는 물질과 동일한 물질로 이루어질 수 있다. 그러나 단단하게라는 용어는 도파관의 초음파 진동에 대응하여 장착부재가 동적인 굽힘 및/또는 구부러짐이 불가능하다는 것을 의미하려는 의도는 아니다. 다른 실시예에서, 단단한 장착부재는 하중 아래에서 정적인 변위에 충분하게 저항하는 고무성분의 물질로 이루어질 수 있다. 그러나 반면에 도파관의 초음파 진동에 대응하여 동적인 굽힘 및/또는 구부러짐이 가능할 수 있다. 한편, 도 6에 도시된 장착부재(79)는 금속으로 이루어질 수 있고, 더욱 적절하게 도파관(121)과 동일한 물질로 이루어질 수 있고, 장착부재는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 적절한 일반적으로 단단한 물질로 이루어질 수 있다.
- [0090] 다시 도 6 및 도 8을 참조하면, 연료 인젝터 하우징(23)의 고압챔버(55) 내에서 연료의 유동을 따라 배치되는 유동 경로는 노즐(27)의 외부 표면과 도파관(121)(예를 들어 장착부재의 하부)의 하부 세그먼트(133)의 외부 표면 사이에서, 그리고 본체(25)의 내부 표면과 여기 장치(145), 칼라(151) 및 슬리브(155)(예를 들어 장착부재의 상부)의 외부 표면 사이에서 가로방향으로 이격됨으로써 부분적으로 형성된다.. 연료 유동 경로는 인젝터 하우징(23)의 본체(25)의 연료 입구(57)와 유동적 연관에 있어, 연료 입구로부터 유동 경로로 들어오는 고압 연료가 배기 포트(83)를 경유하여 노즐(27)로부터 배기되기 위하여 노즐팁(81)을 향해 아래로 흐른다(도시된 실시예에서). 이전에 설명된 것처럼, 부가적 고압연료는 도파관과 밸브 니들(53) 사이에서 도파관(121)의 내부 통로(127) 내에서 흐른다.
- [0091] 왜냐하면, 장착부재(79)는 고압챔버(55) 내에서 가로방향으로 도파관(121)으로 연장되고, 본체(25)의 하단부(31)와 노즐(27)의 상단부(33)는 고압챔버 내에서 연료가 흐를 때 일반적으로 장착부재 주위에서 연료 유동 경로를 전환하도록 적절하게 구성된다. 예를 들어, 도 10에 가장 잘 도시된 것과 같이, 적절한 채널(199)는 장착부재(79)의 유동 경로 상류와 유동적 연관에 있는 본체의 하단부(31)에 형성되고, 장착부재의 유동 경로 하류와 유동적 연관에 있는 노즐(27)의 상단부(33)에 형성된 각각의 채널(201)에 정렬된다. 따라서, 장착부재(79)(예를 들어, 본체(25)와 슬리브(155)/칼라(151)/압전기 링(147) 사이에서)의 유동 경로 상류를 따라 아래로 연료 입구(57)로부터 흐르는 고압 연료는 장착부재 주위의 본체에서 채널(199)을 통해, 그리고 노즐(27)에 있는 채널(201)을 통해 장착부재의 유동 경로 하류(예를 들어 노즐과 도파관 사이에서)로 경로가 돌려진다.
- [0092] 일실시예에서, 연료 인젝터는 솔레노이드 밸브의 작동과 여기 장치(145)의 작동을 제어하기 위한 적절한 제어 시스템(미도시)에 의해 작동된다. 이러한 제어 시스템은 당업자에게 잘 알려져 있고, 필수적인 내용을 제외하고 여기에서 더 설명될 필요가 없다. 만약 분사 작동이 발생되지 않으면, 밸브 니들(53)은 본체(25)의 보어(35, bore)에 있는 스프링(111)에 의해 밸브 니들의 말단부(115)를 가진 그것과 가까운 위치로 배기 포트(83)를 폐쇄시키기 위해 노즐팁(81)과 밀봉 접촉된 상태에서 휘어진다. 솔레노이드 밸브는 핀 홀더를 통해 세로방향으로 연장되는 보어(97)에 가까운 핀 홀더(47)의 헤드(87)에 형성되는 리세스(95, recess)에서 폐쇄를 제공한다. 어떤 전류도 밸브 니들(53)의 폐쇄 위치에서 제어 시스템에 의해 도파관 어셈블리로 제공되지 않는다.
- [0093] 고압 연료는 연료 원천으로부터 하우징(23)의 연료 입구(57)에서 연료 인젝터(21)로 흐른다. 연료 원천으로부터 연료 인젝터로의 압력이 가해진 연료를 전달하는 적절한 연료 전달 시스템은 당업계에서 잘 알려져 있고, 여기에서는 더 자세하게 설명할 필요가 없다. 일실시예에서, 고압 연료는 약 8,000psi(550 bar) 내지 약 30,000psi(2070 bar) 사이의 범위 내의 압력에서 연료 인젝터(21)로 전달될 수 있다. 고압 연료는 고압 챔버를 채우기 위해 고압 챔버(55)로 고압 유동 경로를 통해, 예를 들어 본체(25)의 하부 분배 채널(61, lower distribution channel)을 통해, 도파관(121)의 외부를 향하여 그리고 도파관의 내부 통로(127) 내 양쪽 모두에서 흐른다. 이런 조건에서 핀(93)의 상부의 고압 연료는, 스프링과 서로 치우쳐 있는, 고압 챔버(55)에 있는 고압 연료가 밸브 니들(53)을 밸브 니들의 개방 위치로 강제로 이동시키는 것을 방지한다.
- [0094] 인젝터 제어 시스템이 내연기관(combustion engine)에 연료 분사가 필요하다고 결정할 때, 솔레노이드 밸브는 제어 시스템에 의해 핀 홀더 보어(97)를 개방하고, 고압 연료는 더 낮은 압력의 연료로 본체(25)의 상단부(37)에 있는 연료 복귀 채널(71, fuel return channel)로 핀 홀더로부터 밖으로 흐른다. 이에 의하여 핀 홀더 내에 핀(93)의 후방(예를 들어 상부)에서 연료의 압력이 감소된다. 따라서, 고압 챔버(55)에 있는 고압 연료는 이제 스프링(111)의 치우침에 대항하여 밸브 니들(53)을 밸브 니들의 개방 위치로 강제로 이동시킬 수 있다. 밸브 니들(53)의 개방 위치에서, 밸브 니들의 말단부(115)는 고압 챔버(55)에 있는 연료가 배기 포트를 통해 배기되도록

배기 포트(83)에 있는 노즐 팁(81)로부터 충분히 이격된다.

- [0095] 밸브 니들(53)이 밸브 니들의 개방 위치로 이동되도록 솔레노이드 밸브를 통전하는 동안, 예를 들어 대략 동시에, 제어 시스템은 또한 전류를 전달하기 위하여 고주파수 전기적 전류 발생기를 여기 장치(145)로, 예를 들어 도시된 실시예에서 압전기 링(147)으로 접촉링(165)과 접촉링을 압전기링에 전기적으로 연결하는 적절한 와이어 링(183)을 경유하여 인도한다. 상기한 설명에서처럼, 압전기링(147)은 확장하고 일반적으로 여기 장치(145)에 전류가 전달되는 초음파 주파수에서 수축하는(특히 연료 인젝터(21)의 세로 방향에서) 원인이 된다.
- [0096] 링(147)의 확장과 수축은 도파관(121)의 상부 세그먼트(131)를 연장하게 하고, 초음파적으로 수축시키게(예를 들어, 일반적으로 압전기 링이 확장과 수축하는 동일한 주파수에서) 한다. 이러한 방식에서 도파관(121)의 상부 세그먼트(131)의 연장과 수축은, 특히 도파관의 하부 세그먼트(133)를 따라서 도파관(예를 들어, 적절하게 도파관의 공명 주파수에서)을 여기시키고, 하부 세그먼트를 따라 특히, 도파관의 말단부(123)에 있는 하부 세그먼트의 확장부(195)에서 도파관의 초음파적 진동을 초래한다.
- [0097] 밸브 니들이 개방위치에 위치할 때, 고압 챔버(55) 내에 있는 고압 연료는 특히 초음파적으로 진동하는 도파관(121)의 말단부(123)를 지나 유동 경로를 따라 노즐 팁(81)의 배기 포트(83)로 흐른다. 초음파 에너지는 도파관의 말단부(123)에 의해 일반적으로 연료(예를 들어, 분사방울 크기를 감소시키고, 인젝터(21)를 빠져나가는 연료의 분사방울 크기 분포를 가늘게 하기 위해)를 분무하기 위해 배기 포트(83)의 고압 연료의 상류에 (유동 경로를 따라) 인가된다. 배기 포트(83)를 연료가 빠져나가기 전에, 연료의 초음파적 통전은 일반적으로 연소 챔버 내로 전달된 연료 인젝터(21)에 의해 제공되어 콘 형상의 미분화 연료 분무액의 진동을 발생시킨다.
- [0098] 도 1 내지 도 10에 도시된 실시예에서 그리고, 상기한 설명에서 처럼 핀(93)과 더 나아가 밸브 니들(53)의 작동은 솔레노이드 밸브(미도시)에 의해 제어된다. 그러나 유체 확장 밸브를 가지거나 가지지 않는 다른 장치, 예를 들어, 제한 없이, 캠 작동 장치, 압전기적 또는 자기변형적으로 작동되는 장치, 유압적으로 작동되는 장치 또는 다른 적절한 기계적 장치가 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 밸브 니들의 작동을 제어하기 위해 사용될 수 있다.
- [0099] 도 11은 본 발명의 421로 일반적으로 지시된 초음파 액체 전달 장치의 제2 실시예를 도시한다. 이러한 제2 실시예의 장치(421)는 초음파적으로 구동되는 장치에 관하여 여기에서 넓게 설명되고, 액체의 압력이 가해진 분무는 액체에 초음파 에너지가 인가된 이후 장치로부터 배기되고, 이와 같은 장치는 제한 없이, 예를 들어 예를 들면, 이와 같은 장치는 분무기(nebulizers) 및 다른 약제 전달 장치, 성형 장비, 습윤기, 엔진용 연료 분사 시스템, 페인트 분무 시스템, 잉크 전달 시스템, 혼합 시스템, 균질화 시스템, 분무 건조 시스템, 냉각 시스템 그리고 초음파적으로 생산된 액체의 분무가 사용되는 다른 적용물에 적용될 수 있다.
- [0100] 도시된 장치(421)는 423으로 일반적으로 지정되고 하우징 내부로 액체가 유입되기 위한 입구(457)를 갖는 하우징을 포함한다. 액체는 적절하게 0.0psi(0.0 bar)보다 약간 높은 값으로부터 약 50,000psi(3,450 bar)의 범위 내에서 압력이 가해진다. 도시된 실시예에서, 하우징(423)은 적어도 상부(도 11에 도시된 장치(421)의 수직방향에 대하여) 하우징 부재(425)와 하부 하우징 부재 부분으로 구성된다. 상부 하우징 부재(425)의 하단부(431)는 하부 하우징 부재(427)의 상단부(433)에 안착되고, 하우징 부재는 적절한 나사결합 커넥터(429)에 의해 서로 고정된다. 상,하부 하우징 부재(425,427)는 서로 입구(457)와 유동에 관련된 내부 챔버(455)를 형성한다. 하부 하우징 부재(427)는 하부 하우징 바닥에 형성된 축방향으로 연장되고 나사 보어(480, threaded bore)을 가지고, 나사 보어에 인서트(482)를 나사결합으로 수용하여, 인서트는 장치(421)의 하우징(423)을 더 형성한다. 배기 포트(483)는 인서트(482)를 통해 넓게 하우징의 배기 포트를 형성하기 위해 축방향으로 연장되고, 배기 포트를 통해 액체는 하우징으로부터 배출된다.
- [0101] 한편, 도 11에 도시된 인서트(482)는 단일 배기 포트(483)을 가지나, 인서트는 적어도 하나 이상의 배기 포트를 구비할 수 있다. 또한, 인서트(482)는 모두 생략될 수 있고, 하부 하우징 부재(427)의 바닥은 일반적으로 바닥에 형성된 하나 이상의 배기포트에 의해 폐쇄된다. 도시된 실시예에서 하우징(423)은 일반적으로 실린더 형상이나, 적절한 다른 형상일 수 있고, 장치가 작동하는 곳에서의 전달, 배기 포트의 수와 크기, 그리고 작동 주파수에 우선하여 하우징 내 처리되어질 액체의 바람직한 양에 적어도 일부분에서 의존하여 크기가 결정될 수 있다. 또한, 하부 하우징 부재(427)는 도 1 내지 도 10의 실시예에서의 노즐의 팁(81)에 형성된 하나 이상의 배기 포트(83)를 가진 노즐(27)과 유사하게 구성될 수 있다.
- [0102] 액체 입구(457)는 유동에 관련된 하우징(423)의 내부 챔버(455)로 하부 하우징 부재(427)의 측벽(552)을 통해 가로방향으로 연장된다. 그러나, 액체 입구(457)는 실질적으로 하부 하우징 부재(427)의 측면을 따라 어느 위치

에도 배치될 수 있고, 또는 상부 하우징 부재(425)의 측면을 따라, 또는 심지어 상부 하우징 부재의 상부를 통해 축방향으로 연장될 수 있고, 이는 본 발명의 범위 내에 있다. 따라서, 도 11에 도시된 내부 챔버(455)는 하우징으로부터 액체를 배출하기 위한 배기 포트까지 하우징 내에서 액체가 흐르는 경로를 따라 액체 유동 경로를 대략적으로 형성한다.

[0103] 도 11에 도시된 장치(423)는 밸브 부재(예를 들어, 도 1 내지 도 10에 실시예에서의 밸브 니들(53)과 유사한 밸브 부재)가 없거나, 배기 포트(483)로 액체의 유동을 제어하기 위해 하우징 내에 배치되는 다른 구성요소가 없다. 더욱이 이러한 제2 실시예에서 액체는 배기 포트(483)로 내부 챔버(455) 내에서 계속적으로 흐를 수 있다. 그러나 하우징(423)의 외부에서 적절한 제어 시스템(미도시)이 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 배기 포트(483)로 액체의 전달을 제어하기 위하여 하우징 입구(457)로 액체의 유동을 제어할 수 있다.

[0104] 연장된 초음파 도파관 어셈블리는 일반적으로 550으로 지시되고, 하우징(423)(예를 들어, 도 11에 도시된 하우징의 세로방향 또는 수직방향에서)의 축방향으로 연장되며, 하우징의 내부 챔버(455) 내에 완전히 배치된다. 특히, 도파관 어셈블리(550)는 적절하게 도 1 내지 도 10의 실시예에서의 연료 인젝터(21)의 도파관 어셈블리(150)처럼 실질적으로 동일한 방식으로 구성될 수 있다. 어셈블리(550)의 도파관(521)의 말단부(523)는 적절하게 배기 포트(483)에 근접하여 배치된다. "근접하게(proximate)"라는 용어는 단순히 초음파 에너지가 도파관(521)의 말단부(523)에 의해 액체가 배기 포트(483)로 들어가기 직전에 내부 챔버(455)에서 액체에 부가된다는 것을 의미하기 위해 성질상의 의미로 여기에서 사용되고, 배기 포트와 도파관의 말단부 사이에 특정한 간격을 언급하고자 하는 것은 아니다.

[0105] 도 11에 도시된 것 처럼, 하부 하우징 부재(427)의 측벽(552)의 내측 단면 치수는 하부 하우징 부재의 하단부(481)를 향하여 감소한다. 따라서, 도파관(521)의 말단부(523)에 및/또는 도파관(521)의 말단부(523)에 인접한 확장부(695, enlarged portion)는 하부 하우징 부재(427)의 하단부(481)를 향하여 측벽(552), 예를 들어, 배기 포트의 상류(내부 챔버 내에서 배기 포트(483)로 압력이 가해진 액체가 흐르는 방향에 관련되어 있는)와 가깝게 이격되어 있거나, 심지어 슬라이딩 접촉되어 하우징 내 액체의 유동 경로를 도파관의 말단부에서, 도파관의 말단부에 인접한 위치에서 가늘게 한다.

[0106] 그러나, 도파관(521)의 말단부(또는 도파관의 다른 세그먼트)는 본 발명의 범위 내에 있기 위하여 하부 하우징 부재(427)의 측벽(552)과 관련되어 가깝게 이격되어질 필요가 없다. 예를 들어, 도파관(521)의 외측 단면 치수는 실질적으로 확장부(695)를 가지는 대신에 도파관의 길이를 따라 일정할 수 있거나, 도파관의 말단부(523)을 향하여 가늘어질 수 있다. 선택적으로 또는 부가적으로 하부 하우징 부재(427)의 측벽(552)의 내측 단면 치수는 하부 하우징 부재의 하부 끝단(481)을 향해 감소하지 않을 수 있다.

[0107] 도파관(521)은 적절하게 도 1 내지 도 10의 실시예에서의 장착부재(79)와 실질적으로 유사하게 구성된 가로 방향으로 연장된 장착부재(479)에 의해 내부 챔버(455) 내에서 하우징(423)을 서로 연결되도록 한다. 따라서, 장착부재(479)는 진동적으로 도파관(521)의 기계적 진동으로부터 하우징(423)을 격리시킨다. 장착부재(479)의 외부 세그먼트(689)는 상부 하우징 부재(425)의 하단부(431)과 하부 하우징 부재(427)의 상단부(433) 사이에서 단단히 잠겨진다. 적절한 포트는(도 1 내지 도 10의 실시예에서 도시된 포트(199, 201)와 유사하지만 도시되지 않은), 장착부재를 지나 내부 챔버 내에서 세로방향으로 액체가 흐르도록 상, 하부 하우징 부재의 사이에서 단단히 잠겨지는 곳인 하부 하우징 부재(425, 427)에 형성될 수 있다.

[0108] 도파관 어셈블리(550)는 또한 여기 장치(545)(도시된 실시예에서 압전기 링(547))를 포함하고, 도파관(521)의 상부 세그먼트(531)에 견고하게 고정된 칼라(551)에 의해 장착부재(479)에 대하여 압전기 링은 압축된다. 전기적 전류는 적절하게 하우징(423)의 측면을 통해 연장되고, 내부 챔버(455) 내에 접촉링(683)에 전기적으로 연결된 와이어(도 1 내지 도 10의 실시예의 와이어 181, 183에 유사하나 도시되지 않은)에 의해 여기장치(545)에 공급된다.

[0109] 작동에서, 하우징(423)의 액체 입구(457)로 전달된 액체는 유동 경로를 따라, 예를 들어 내부 챔버 내에서 배기 포트(483)로 흐른다. 압력이 가해진 액체가 도파관(521)의 말단부(523)을 지나 배기포트(483)로 흐를 때, 도파관 어셈블리(45)는 도 1 내지 도 10의 연료 인젝터(21)의 도파관 어셈블리(150)와 실질적으로 같은 방식으로 도파관의 말단부를 초음파 호른의 방식과 같이 초음파적으로 진동시키도록 작동된다. 따라서, 초음파 에너지는 도파관의 말단부(523)에 의해 일반적으로 액체를 분무하도록 액체가 배기 포트(483)로 들어가기 직전에 액체에 가해진다(예를 들어 분무 방울 크기를 감소시키기 위해 또는 장치(421)를 나가는 액체의 분무 방울 크기 분포를 가늘게 하기 위해). 액체가 배기 포트(483)를 나가기 전에 액체의 초음파적 통전은 일반적으로 장치로부터 전달되는 큰 형상의 미분화 액의 분무의 진동을 발생시킨다.

- [0110] 도 12는 일반적으로 821로 지시되는 본 발명의 제3 실시예에 따른 초음파 액체 전달 장치를 도시한다. 제3 실시예의 장치(821)는 단지 부분적으로 하우징(823)의 내부 챔버(855) 내에 배치되는 것으로 도시된 제3 실시예의 도파관 어셈블리(950)를 제외하고 제2 실시예의 장치와 유사하다. 제3 실시예의 하우징(823)은 내부 챔버(855)를 형성하는 하우징 부재(825)와, 하우징의 더 형성하고, 클로저와 하우징 부재 사이에서 장착부재를 단단히 고정시키기 위하여(그리고, 따라서 도파관 어셈블리(850)) 장착부재(879)의 외부 세그먼트(1089)를 단단히 잠그기 위한 하우징 부재의 개방된 상단부(827)의 상부에서 나사결합으로 체결된 클로저(826, closure)(예를 들어 도시된 실시예에서 고리모양의 클로저)를 포함한다. 따라서, 제1 및 제2 실시예에서 연결되어 상기에서 설명된 것과 같이, 장착부재(879)는 도파관(921)의 기계적 진동으로부터 하우징(823)을 진동적으로 격리시킨다. 제3 실시예에서의 인서트(882)는 복수개의 배기 포트(883)를 가지도록 도시된다.
- [0111] 도 12에 도시된 실시예에서 도파관의 상부 세그먼트(931)가 하우징(823)의 외부를 향해 축방향으로 장착부재(829)로부터 연장되는 반면, 도파관(921)의 하부 세그먼트(933)는 내부 챔버(855) 내에서 전체적으로 연장된다. 따라서, 여기 장치(945), 예를 들어 압전기 링(947)은 장착부재(879)의 상부 표면 대해 링을 압축시키는 칼라(951)와 함께 하우징(823)의 외부에 배치된다. 전기적 전류는 도 1 내지 도 10에 도시된 연료 인젝터와 연관된 슬리브(155), 접촉링(165), 및 가이드링(167)의 필요가 없는 와이어링(미도시)에 의해 여기 장치(945)로 전달된다. 그러나, 이와 같은 슬리브, 접촉링, 및 가이드 링은 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 도 12에 도시된 장치에 편입될 수 있다.
- [0112] 도 13은 일반적으로 1021로 지시되는 초음파 액체 전달 장치의 제4 실시예를 도시한다. 제4 실시예의 장치(1021)는 액체에 초음파적 에너지의 적용 이후 장치로부터 액체의 압력이 가해진 분무가 배출되는 곳에 있는 어떤 초음파적으로 구동되는 장치에 관련되어 여기에서 대략적으로 설명되고, 이러한 장치는 예를 들어, 제한 없이, 예를 들면, 이와 같은 장치는 분무기(nebulizers) 및 다른 액체 전달 장치, 성형 장비, 습윤기, 엔진용 연료 분사 시스템, 페인트 분무 시스템, 잉크 전달 시스템, 혼합 시스템, 균질화 시스템, 분무 건조 시스템, 냉각 시스템 그리고 초음파적으로 생산된 액체의 분무가 사용되는 다른 적용물에 적용될 수 있다.
- [0113] 도시된 장치(1021)는 일반적으로 1023으로 지정된 가늘고 긴 하우징을 포함하고, 하우징은 상부 하우징 부재(1025)(도 13에 도시된 장치의 수직 방향에 관하여), 중간 하우징 부재(1026, intermediate housing member), 하부 하우징 부재(1027)를 가진다. 상부 하우징 부재(1025)는 폐쇄된 상단부(1025A)와 개방된 하단부(1025B)를 포함한다. 중간 하우징 부재(1026)는 세로방향의 단부(1026A, 1026B)에서 개방된다. 하부 하우징 부재(1027)는 개방 상단부(1027A)와 하단부(1027B)를 포함한다. 상부 하우징 부재(1025)의 하단부(1025B)는 중간 하우징 부재(1026)의 상단부(1026A) 상에 안착되고, 하우징 부재는 적절한 나사 커넥터(1029, threaded connector)에 의해서 서로 단단히 잠겨진다. 중간 하우징 부재(1026)의 하단부(1026B)는 하부 하우징 부재(1027)의 상단부(1027A)에 연결된다(예를 들어, 나사연결, 스냅-피트(snap-fit), 또는 다른 적절한 연결). 이에 따라 상부, 중간, 그리고 하부 하우징 부재(1025, 1026, 1027)는 서로 하우징(1023)의 내부 챔버(1055)를 형성한다. 하우징은 본 발명의 범위 내에서 선택적으로 세부분보다 작은 수로, 또는 세부분보다 많은 수로 구성될 수 있다.
- [0114] 도 13에 도시된 장치(1021)의 실시예에서, 중간 하우징 부재(1026)는 상, 하부 하우징 부재(1025, 1027)의 길이보다 충분히 큰 길이를 가진다. 그러나, 이러한 하우징 부재 각각의 상대적 길이는 다양할 수 있다. 예를 들어, 상부, 중간, 그리고 하부 하우징 부재(1025, 1026, 1027)는 길이가 같을 수 있고, 상부 부재가 중간 그리고 하부 하우징 부재보다 더 큰 길이를 가질 수 있고, 또는 하부 하우징 부재가 상부와 중간 하우징 부재보다 더 큰 길이를 가질 수 있다.
- [0115] 중간 하우징 부재의 상단부(1026A)에 인접한 중간 하우징 부재(1026)의 측벽(1152)에 있는 개구(1057, opening)는 하우징(1023)의 내부 챔버(1055)로 액체를 수용하기 위한 입구(1057)를 형성한다. 그러나, 입구(1057)는 실질적으로 하부 하우징 부재(1027)의 측면을 따라 또는 중간 하우징 부재(1026)의 측면을 따라, 또는 상부 하우징 부재(1025)의 측면을 따라 배치될 수 있고, 또는 상부 하우징 부재의 폐쇄된 단부(1025A)를 통해 연장될 수 있으며, 이는 본 발명의 범위 내에 있다.
- [0116] 하부 하우징 부재(1027)의 하단부(1027B)는 나사 보어에 인서트(1023)가 나사결합으로 수용되도록 축방향으로 연장된 나사 보어(1080, threaded bore)를 가져, 인서는 장치(1021)의 하우징(1023)을 더 형성한다. 배기 포트(1083)는 하우징으로부터 액체가 배출되는 하우징(1023)의 배기 포트(또는 배출구)를 대략적으로 형성하기 위해 인서트(1082)를 통해 축방향으로 연장된다. 한편, 도 13에 도시된 인서트(1082)는 단일 배기 포트(1083)를 가지고, 인서는 하나 이상의 배기 포트를 포함할 수 있다. 또한, 인서는 모두 생략될 수 있고, 하부 하우징 부재(1027)의 하단부(1027B)는 여기에 하나 이상의 배기 포트를 가지도록 형성될 수 있다.

- [0117] 하우징(1023)의 내부 챔버(1055)는 대략적으로 액체가 하우징(1023) 내에서 입구(1057)로부터 하우징의 내부 챔버로부터 액체를 배출시키기 위한 배기 포트(1083)까지 이를 통해 흐를 수 있는 액체 유동 경로를 형성한다. 한편, 도 13에 도시된 장치(1021)는 단일 입구(1057)와 단일 유출구(1083)를 가지고, 장치는 하나 이상의 입구 및/또는 하나 이상의 배출 포트를 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서 하우징(1023)은 일반적으로 실린더 형상이나 적절하게 다른 형상일 수 있고, 장치가 작동하는 곳에서의 전달, 배기 포트의 수와 크기, 그리고 작동 주파수에 우선하여 하우징 내 처리되어질 액체의 바람직한 양에 적어도 일부분에서 의존하여 크기가 결정될 수 있다.
- [0118] 기다란 초음파 도파관 어셈블리는 일반적으로 1150으로 지시되고, 하우징(1123)의 축방향(예를 들어, 도 13에 도시된 하우징의 세로 또는 수직방향에서)으로 연장된다. 초음파 도파관 어셈블리는 초음파 도파관(1121)과 도 1 내지 도 10의 실시예에서 관련된 이전에 설명된 방식에서 어셈블리에 수용되는 여기 장치(1145)를 포함한다. 도 13에 도시된 것처럼, 적어도 도파관(1121)의 일부분은 하우징(1023)의 내부 챔버(1055)에 배치되고, 더욱 자세하게는, 입구(1057)로부터 배출 포트(1083)까지 액체의 유동이 도파관과 직접 유체 접촉된 상태에 있도록 입구로부터 배출 포트까지의 액체 유동 경로에 배치된다.
- [0119] 한가지 적절한 실시예에서, 전체 초음파 도파관 어셈블리(1150)는 하우징(1023)의 내부 챔버(1055) 내에 배치된다. 도 13에 도시된 바와 같이, 하나의 배치에서 여기 장치(1145)는 내부 챔버(1055) 내에 배치되나 액체 유동 경로로부터 격리된다. 결과적으로, 하우징(1023)의 내부 챔버(1055)를 통한 액체 통로는 여기 장치(1145)에 접촉하지 않는다. 그러나, 여기 장치(1145)는 예를 들어 만약 입구(1057)가 상부 하우징 부재(1025)의 상단부(1025A)에 위치된다면, 액체 유동 경로 내에 있을 수 있다.
- [0120] 이 실시예의 초음파 도파관(1121)은 기다란, 일반적으로 외부 표면(1122)을 가진 실린더 형상의 바디를 포함한다. 초음파 도파관(1121)은 적절하게 복수개의 축방향으로 정렬된 반파장 세그먼트를 포함하여, 도파관은 하나 이상의 노달 영역과 두개 이상의 비절결 영역을 가진다. 예를 들어, 도시된 도파관(1121)은 5개의 절결 영역과 6개의 비절결 영역을 형성하는 5개의 반파장 세그먼트를 가진다. 그러나 초음파 도파관(1121)은 단일 반파장 세그먼트를 포함하는 5개 보다 더 많이 또는 더 적은 반파장 세그먼트를 가질 수 있다. 단일 반파장 세그먼트는 하나의 절결 영역과 2개의 비절결 영역을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 반파장 세그먼트는 도파관을 형성하기 위해 한쪽 끝에서 다른 쪽 끝이 연결되고(예를 들어 나사체결 연결 또는 다른 적절한 연결), 서로로부터 분리되어 형성된다. 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 도파관은 단일 피스 구성(single piece construction)일 수 있다.
- [0121] 여기에서 사용된 것처럼, 초음파 도파관(1121)의 "비절결 영역"은 초음파 도파관의 초음파 진동 동안 거의(또는 전혀) 가로방향 변위가 발생되지 않는 세로방향의 영역 또는 초음파 도파관의 세그먼트에 관한 것이고, 초음파 도파관의 세로방향(예를 들어 도시된 실시예에서 축방향)의 변위는 일반적으로 최대화된다. 도시된 실시예에서, 초음파 도파관(1121)은 특별히 비노달 평면(예를 들어 세로방향 변위가 일반적으로 최대화되는 반면, 가로방향 변위가 발생되지 않는 초음파 도파관에 대한 가로방향의 평면)에 의해 형성되는 비절결 영역이 존재하도록 한다. 때때로 이러한 평면은 또한 비노달점으로 언급된다.
- [0122] 여기장치(1145)(예를 들어 도시된 실시예에서 압전기 링(1147))은 초음파 도파관의 상부 세그먼트(1031)에 직접 접촉된다. 전기적 전류는 적절한 와이어링(도 1 내지 도 10의 실시예의 와이어링(181, 183, wiring)과 유사하지만 도시되지 않은)에 의해 여기 장치(1145)에 공급되고, 하우징(1023)의 측면을 통해 연장되고, 접촉링도 1 내지 도 10의 실시예의 접촉링과 유사한)에 내부 챔버(1055) 내에서 전기적으로 연결된다.
- [0123] 도 13에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 교반부재(1124, agitating member)는 적어도 일부분에서 초음파 도파관(1121)의 외부 표면(1122)으로부터 외부를 향하여 가로방향으로 연장된다. 도시된 실시예에서 복수개의 교반부재(1124)는 서로와의 관계에서 세로방향으로 이격된 상태에서 초음파 도파관(1121)의 원주에 대해 계속적으로, 그리고 초음파 도파관의 외부 표면(1122)로부터 외부를 향해 가로방향으로(예를 들어 도시된 실시예에서 원주방향) 연장된 네개의 워셔형상 링(washer-shaped ring)의 형태로 도시된다. 이러한 방식에서 초음파 도파관에 관련된 링 각각의 진동적 변위는 도파관의 원주에 대하여 상대적으로 정형화된다. 각각의 교반부재(1124)는 하우징의 내부 챔버(1055)에 배치되고, 특별하게 입구(1057)와 배기 포트(1083) 사이에 액체 유동 경로 내에 배치된다. 결과적으로, 입구(1057)로부터 배기포트(1083)까지의 유동 경로를 통해 흐르는 액체는 각각의 교반부재(1124)를 지난다.
- [0124] 그러나 교반부재(1124)는 초음파 도파관(1122)의 원주에 대하여 각각 계속적일 필요가 없다. 예를 들어 교반부재(1124)는 대신에 도파관(1122)의 외부 표면(1122)으로부터 외부를 향하여 가로방향으로 연장되는 스포크(spoke), 블레이드(blade), 핀(fin), 다른 구별되는 구조적 부재일 수 있다. 교반부재(1124)(예를 들어 도시된

실시예에서 링)의 수는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 4개보다 많거나 적을 수 있다. 또한, 교반부재(1124) 사이의 세로방향의 이격거리는 도 13에 도시된 이외의(예를 들어, 더 가깝거나 더 멀리 이격된) 이격거리일 수 있다. 한편, 도 13에 도시된 교반부재(1124)는 각각으로부터 세로방향으로 동일하게 이격되고, 두개의 교반부재보다 많은 교반부재가 존재하는 곳에서 세로방향으로 연속적인 교반부재 사이의 간격은 본 발명의 범위 내에서 일정할 필요가 없다.

[0125] 초음파 도파관(1121)의 교반부재(1124)의 위치는 적어도 일부분에서 초음파 도파관의 진동 중 교반부재의 의도된 진동 변위의 함수이다. 적절한 일실시예에서, 각각의 교반부재(1124)는 그들의 가로방향 운동을 최소화하는 반면, 유동 경로를 따라 교반부재의 세로방향 운동을 최대화하는 초음파 도파관의 각각의 비절결 영역에 위치된다. 교반부재(1124)는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 초음파 도파관(1121)의 비노달영역으로부터 이격될 수 있다. 두개 이상의 교반부재(1124)를 포함하는 실시예에서, 교반부재(1124)는 초음파 도파관의 절결 영역과 비절결 영역 모두에 위치될 수 있다.

[0126] 교반부재(1124)는 충분히 동적인 움직임이 용이하도록 구성되고(예를 들어 재질 및/또는 치수 예를 들어 두께와 가로방향 길이, 그리고 초음파 도파관(1121)의 외부 표면(1122)로부터 가로방향으로 외부를 향하여 교반부재가 연장되는 거리), 특히 초음파 도파관의 초음파 진동에 대응하여 교반부재(1124)의 동적인 굽힘/구부러짐이 용이하도록 구성된다. 한편, 도 13에 도시된 바와 같이, 교반부재(1124)(예를 들어 링)는 상대적으로 평편, 예를 들어 상대적으로 단면에서 직사각형이고, 링은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 직사각형 이외의 단면을 가질 수 있다. 단면이라는 용어는 하나의 가로 방향(예를 들어 도시된 실시예에서 초음파 도파관(1121)의 외측 표면(1122)에 대하여 원주방향으로)으로부터 얻어진 단면을 언급하기 위하여 이러한 예에서 사용된다. 부가적으로, 도 13에 도시된 교반부재(1124)가 단지 가로 구성만을 가진다 하더라도, 하나 이상의 교반부재는 초음파 도파관 어셈블리(1150)의 초음파 진동 동안 초음파 도파관(1121)(예를 들어 도 13에 도시된 초음파 도파관의 노달영역 가까이에 또는 노달영역에)의 가로 진동적 변위를 이용하기 위한 적어도 하나의 세로방향(예를 들어 축방향) 구성요소를 가질 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 교반부재(1124)는 일반적으로 T형상 단면, L형상 단면, 플러스 형상 단면 또는 다른 적절한 단면을 가지도록 형성될 수 있다.

[0127] 도파관 어셈블리(1150)는 적절하게 내부 챔버(1055) 내에서 도 1 내지 도 10의 실시예의 장착부재(79)와 실질적으로 유사하게 구성되는 가로방향으로 연장되는 장착부재(1079A)(대략적으로, "제1 격리 부재")에 의해 하우징(1023)에 상호 연결된다. 장착부재는 진동적으로 도파관(1121)의 기계적 진동으로부터 하우징(1023)을 격리시킨다. 하나의 장착부재 이상이 제공될 수 있다. 도 13에 도시된 바와 같이, 장착 부재(1079A)는 도파관 어셈블리(1150)를 가진 단일 피스로 형성될 수 있고, 그러나 장착부재는 분리된 피스로 형성될 수도 있다.

[0128] 도시된 실시예에서, 장착부재(1079A)는 도파관의 절결 영역 중 하나에 정렬된 상부와 중간 하우징 부재(1025, 1026)의 접합부에서 하우징(1023)에 부착된다. 결과적으로 장착부재(1079)는 도파관 어셈블리(1150)의 가로방향 운동을 금지시킨다. 장착부재(1079A)는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 비절결 영역을 포함하는 초음파 도파관(1121)의 길이를 따라 다른 위치를 가질 수 있다.

[0129] 도파관 어셈블리(1150)는 장착부재로부터 세로방향으로 이격된 안정화 부재(1079B, stabilizing member)(대략적으로, "제2 격리 부재")에 의해 하우징(1023)의 내부 챔버(1055) 내에 축방향으로 지지된다. 안정화 부재(1079B)는 원주 방향 구성요소(1088A)와, 미국 특허 6,676,003호에 설명된 것과 같이 축방향 구성요소(1088B)를 포함하고, 그 개시 내용은 그것과 일치하는 범위까지 여기에 참조로 포함된다. 안정화 부재(1079B)는 도파관(1121)의 기계적 진동으로부터 하우징(1023)을 진동적으로 격리시키기 위해 장착부재(1079A)와 협력한다.

[0130] 적절한 일실시예에서, 안정화 부재(1079B)는 도파관 어셈블리(1150)의 가로방향 운동을 방지하기 위해 초음파 도파관(1121)의 노달영역에 위치된다. 안정화 부재(1079B)는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 비노달영역을 포함하는 초음파 도파관(1121)의 길이를 따라 다른 위치를 가질 수 있다. 도 13에 도시된 것처럼, 안정화 부재(1079B)는 입구(1057)과 배기 포트(1083) 사이에 있는 하우징(1023)의 내부 챔버(1055) 내에 배치되어 장착부재가 유동 경로 내에 배치된다. 결과적으로, 장착부재(1079B)는 액체가 입구(1057)로부터 배기 포트(1083)까지 흐를 때 액체가 장착부재를 지날 수 있도록 하기 위한 개구(opening, 미도시)를 포함한다.

[0131] 안정화 부재(1079B)는 하우징(1023)에 대응한 크기와 형상을 가져 하우징에 맞는 함수를 가진다. 더욱 구체적으로, 안정화 부재(1079B)의 원주방향 구성성분(1088A)는 초음파 도파관(1121)의 동적 변위 중 충분한 마찰 저항을 가지는 하우징의 내부 표면에 접촉하고, 원주방향 구성성분(1088A)은 하우징에 대하여 정적인 상태에 있다. 안정화 부재(1079B)의 축방향 구성성분(1088B)은 초음파 도파관(1121)의 동적인 변위 동안 구부러지고/굽혀져 초음파 도파관이 원주방향 구성성분(1088A)의 이동 없이 이동할 수 있다. 그러나, 안정화 부재(1079B)는 축(세

로) 방향에서 하우징(1023)에 대하여 슬라이딩 이동할 수 있어 초음파 도파관은 하우징(1023)의 내부 챔버(1055)로 삽입되거나 이탈될 수 있다. 하나 이상의 안정화 부재가 제공될 수 있다. 도 13에 도시된 바와 같이, 안정화 부재(1079B)는 도파관 어셈블리(1150)과 일체로 형성될 수 있고, 안정화 부재는 분리되어 형성될 수 있다.

[0132] 작동에서, 액체는, 예를 들어 내부 챔버(1055) 내의, 유동 경로를 따라 배기 포트(1083)으로 흐를 수 있도록 하우징(1023)의 액체 입구(1057)로 전달된다. 압력이 가해진 액체가 도파관(1121)을 따라 배기 포트(1083)을 향해 흐를 때, 도파관 어셈블리(1050)는 실질적으로 도 1 내지 도 10의 연료 인젝터(21)의 도파관 어셈블리(150)과 같은 방식으로 도파관을 초음파적으로 진동시키도록 작동된다. 따라서, 초음파 에너지는 도파관(11213)에 의해 일반적으로 액체를 분무하도록 액체가 배기 포트(1083)를 경유하여 유동 경로를 나가기 직전에 액체에 가해진다(예를 들어 분무 방울 크기를 감소시키기 위해 또는 장치(1021)를 나가는 액체의 분무 방울 크기 분포를 가늘게 하기 위해). 액체가 배기 포트(1083)을 나가기 전에 액체의 초음파적 통전은 일반적으로 장치로부터 전달되는 콘 형상의 미분화 액의 분무의 진동을 발생시킨다. 더욱이, 액체가 유동 경로를 지나 흐를 때, 교반부재(1124)는 액체를 혼합한다. 어떤 용액은(예를 들어 혼합물) 원하지 않게 다양한 상으로 분리될 수 있다. 교반부재(1124)는 혼합된 상태로 액체를 유지하기 위하여 교반부재를 액체가 통과할 때 초음파 도파관(1121)의 작동 중 액체를 교반한다. 더욱 구체적으로, 교반부재(1124)는 초음파 도파관(1121)의 비절결 영역 내 그들의 배치에 기인한 액체 유동 경로 내에서 하우징(1023)에 관련하여 동적으로 세로방향으로 변위된다.

[0133] 도 14는 본 발명의 제5 실시예에 따른 일반적으로 1221로 지시되는 초음파 액체 전달 장치를 도시한다. 제5 실시예의 장치(1221)는 이 제5 실시예의 도파관 어셈블리(1350)가 단지 부분적으로 하우징(1223)의 내부 챔버(1255) 내에 배치되는 것으로 도시된 것을 제외하고는 제4 실시예의 장치와 유사하다. 제5 실시예의 하우징(1223)은 내부 챔버(1255), 상부 하우징 부재(1226)의 상단부(1226A)인 개구를 폐쇄하는 클로저(예를 들어 도시된 실시예에서 제1 장막 부재(1279A)를 포함한다. 도 14에 도시된 실시예에서, 초음파 도파관의 상단부가 하우징(1223)의 외부를 향하여 축방향으로 제1 장막부재(1279A)로부터 연장되는 반면, 초음파 도파관(1321)의 하부 세그먼트는 내부 챔버(1255) 내에서 전체적으로 연장된다. 전기적 전류는 도 1 내지 도 10에 도시된 연료 인젝터(21)에 관계된 슬리브, 접촉링 및 가이드링의 필요가 없는 적절한 와이어링(미도시)에 의해 여기 장치(1345)에 전달될 수 있다. 그러나, 이러한 슬리브, 접촉링 및 가이드 링은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 도 14에 도시된 장치(1221)에 편입될 수 있다. 도 14에 도시된 실시예는 여기장치(1345)용으로 아주 뜨거운 액체를 가진 사용에 또한 적합할 수 있다. 하우징(1223)의 내부 챔버(1255)를 통해 지나가는 액체로부터 여기 장치(1345)를 격리시킬 뿐만 아니라, 또한 받아들이 수 있는 범위 내에서 여기 장치를 유지하기 위하여 여기 장치에 냉각 공기가 공급되도록 할 수 있다.

[0134] 본 발명의 소개한 구성 또는 본 발명의 바람직한 실시예에서, 관사는 하나 이상의 구성이 있다는 것을 의미하려는 의도이다. "포함한다"라는 용어는 개시된 구성 이외의 부가적 구성이 있을 수 있다는 것을 의미한다.

[0135] 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 상기한 구성과 방법에서 다양한 변화가 만들어질 수 있기 때문에, 상기한 상세한 설명에 포함되고 첨부된 도면에 도시된 모든 사항은 도시를 위한 것으로 해석될 수 있고, 제한을 위한 의미가 아니다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 내연기관에 연료를 전달하기 위한 연료 인젝터의 형태로 도시된 본 발명의 초음파 액체 전달 장치의 일 실시예의 종단면도,

[0012] 도 2는 도 1의 단면이 취한 것과 상이한 위치에서 취한 도 1의 연료 인젝터의 종단면도,

[0013] 도 3은 도 1의 단면의 제 1 부분의 확대도,

[0014] 도 4는 도 1의 단면의 제 2 부분의 확대도,

[0015] 도 5는 도 2의 단면의 제 3 부분의 확대도,

[0016] 도 6은 도 1의 단면의 제 4 부분의 확대도,

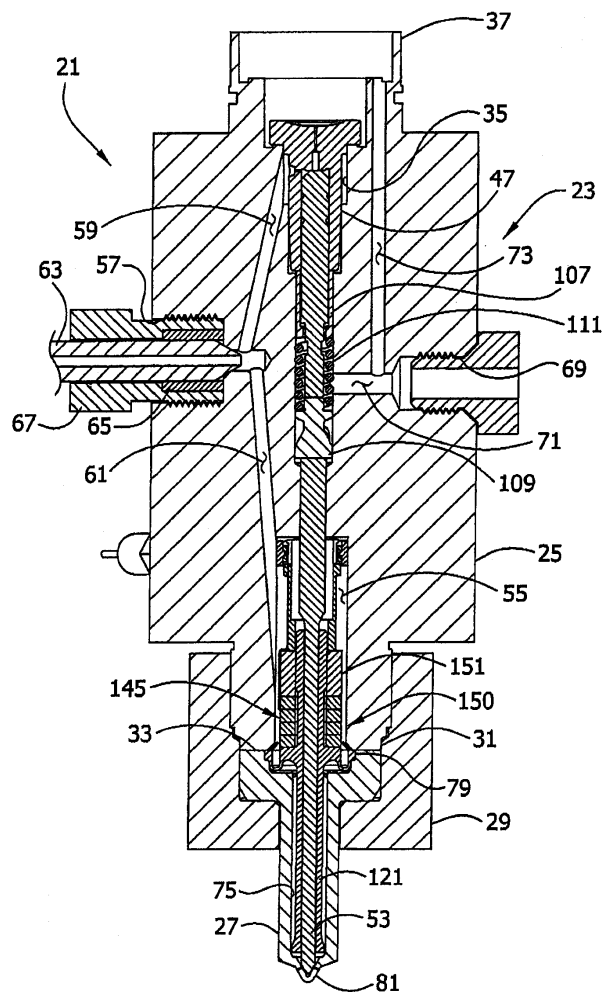
[0017] 도 6a는 도 1의 단면의 중앙부의 확대도,

[0018] 도 7은 도 1의 단면의 제 5 부분의 확대도,

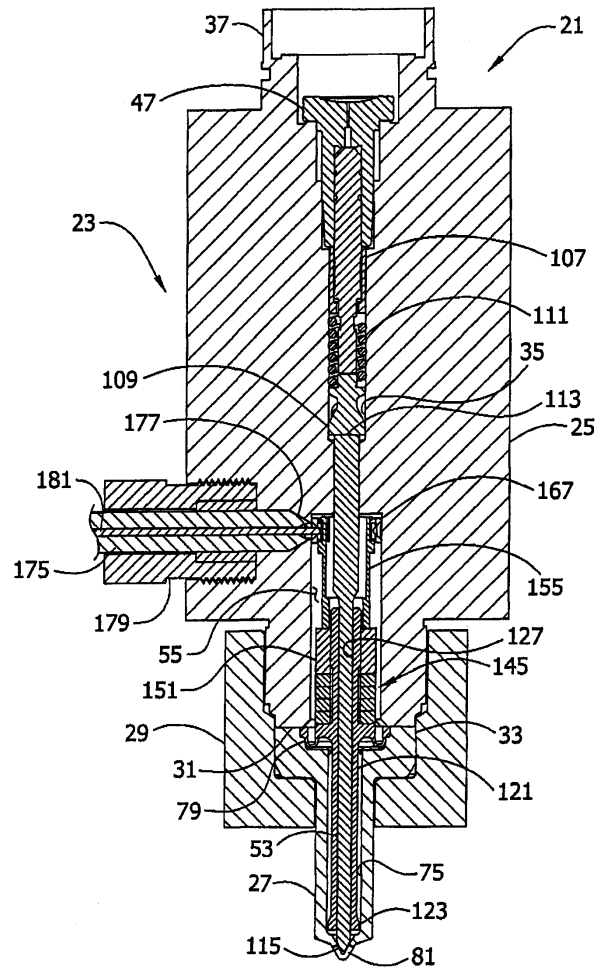
[0019] 도 8은 도 1의 단면의 파단된 확대도,
[0020] 도 9는 도파관 조립체와, 도 1의 연료 인젝터의 다른 내부 구성요소의 사시도,
[0021] 도 10은 도 1의 연료 인젝터의 연료 인젝터 하우징의 일부의 단면도로서, 연료 인젝터의 내부 구성요소는 하우징의 구성이 보이도록 생략됨,
[0022] 도 11은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 초음파 액체 전달 장치의 종단면도,
[0023] 도 12는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 초음파 액체 전달 장치의 종단면도,
[0024] 도 13은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 초음파 액체 전달 장치의 종단면도,
[0025] 도 14는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 초음파 액체 전달 장치의 종단면도.
[0026] 상응하는 참조번호는 도면을 통해 상응하는 부품을 지칭한다.

도면

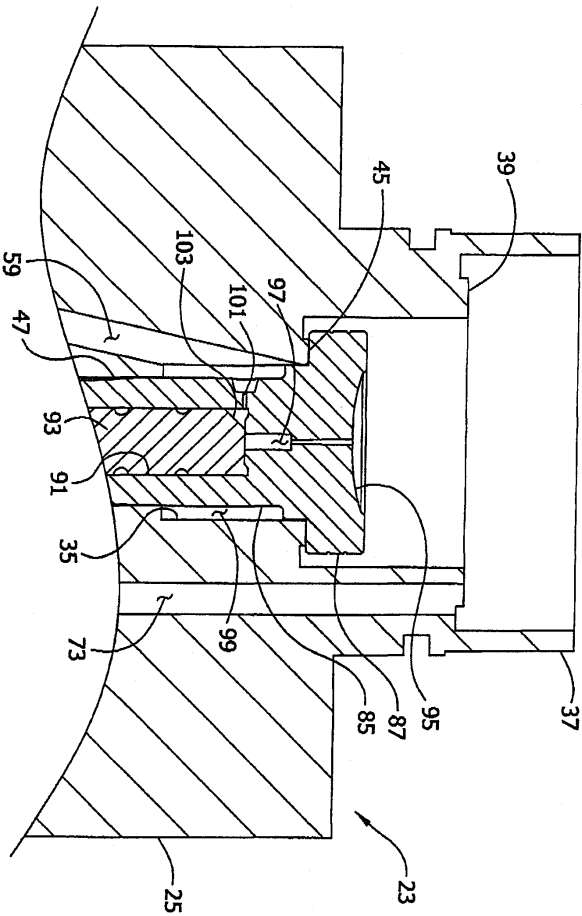
도면1



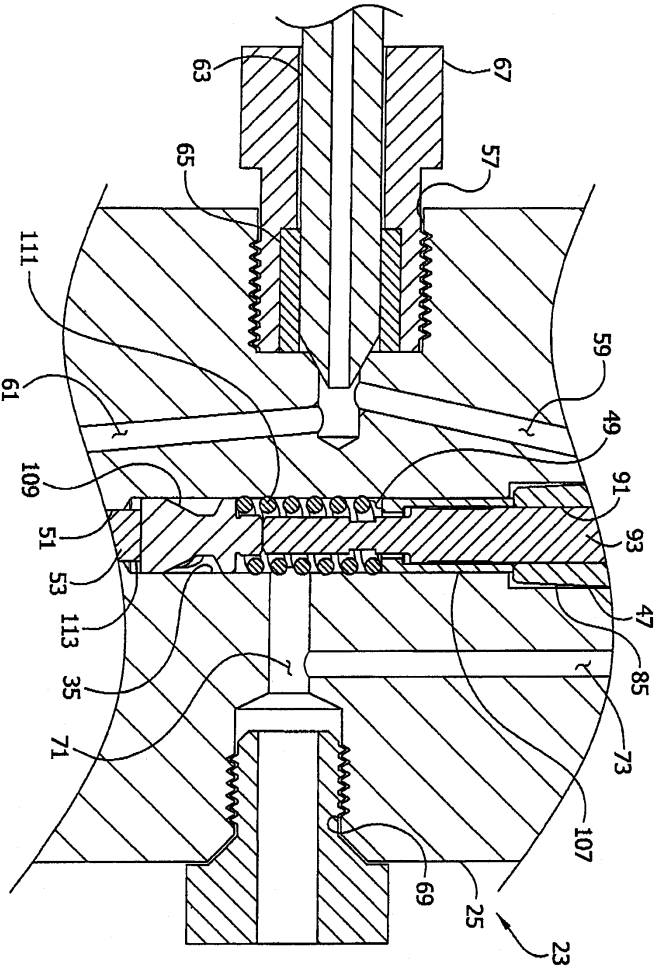
도면2



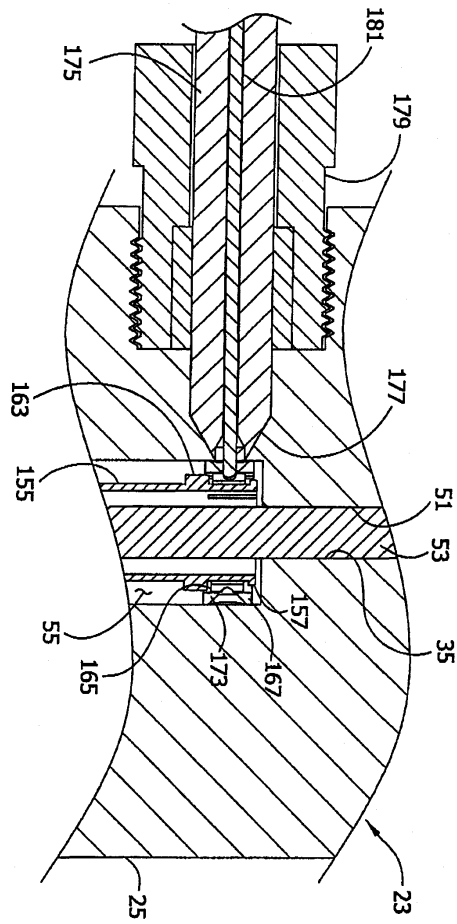
도면3



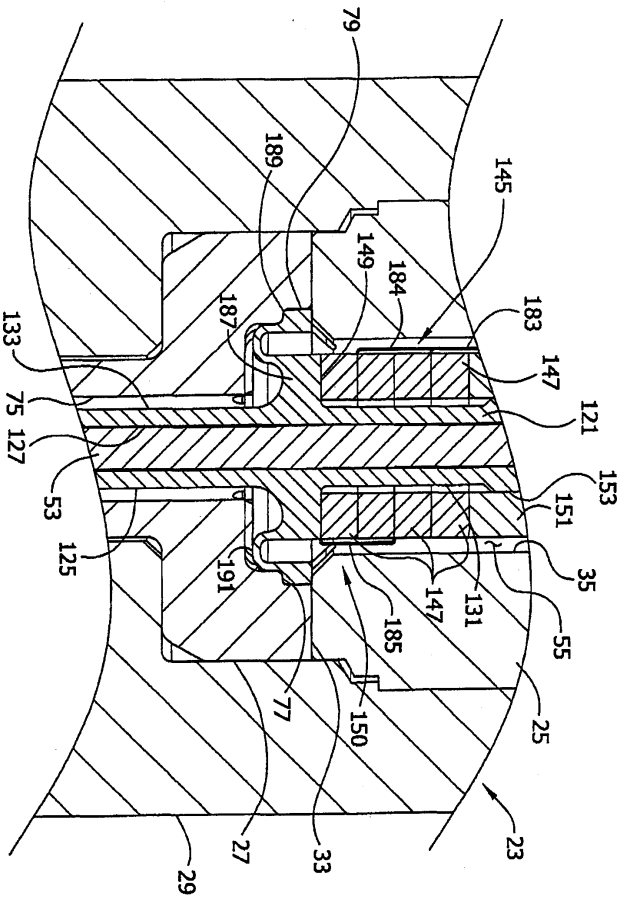
도면4



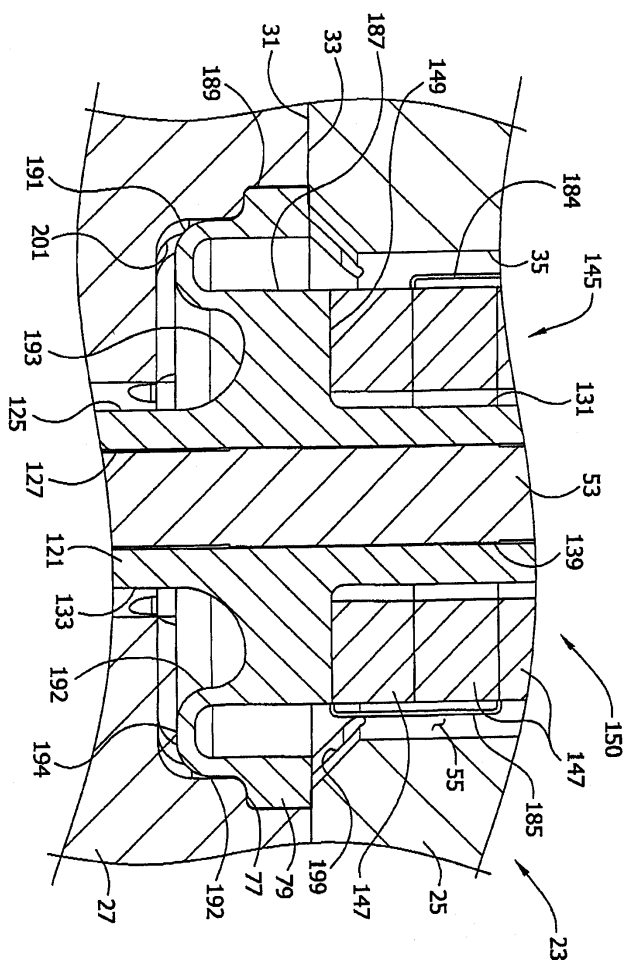
도면5



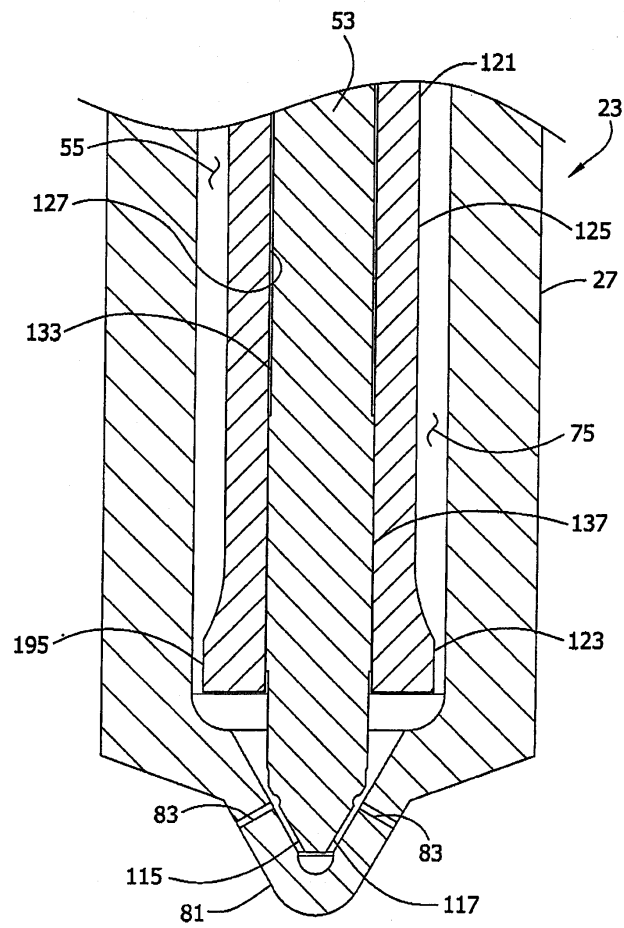
도면6



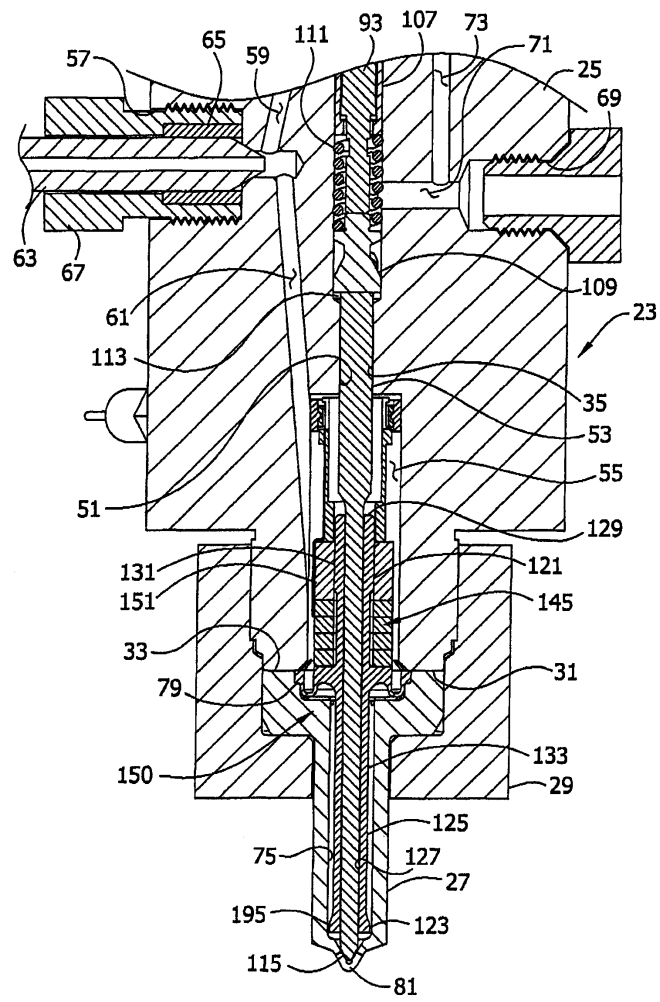
도면6A



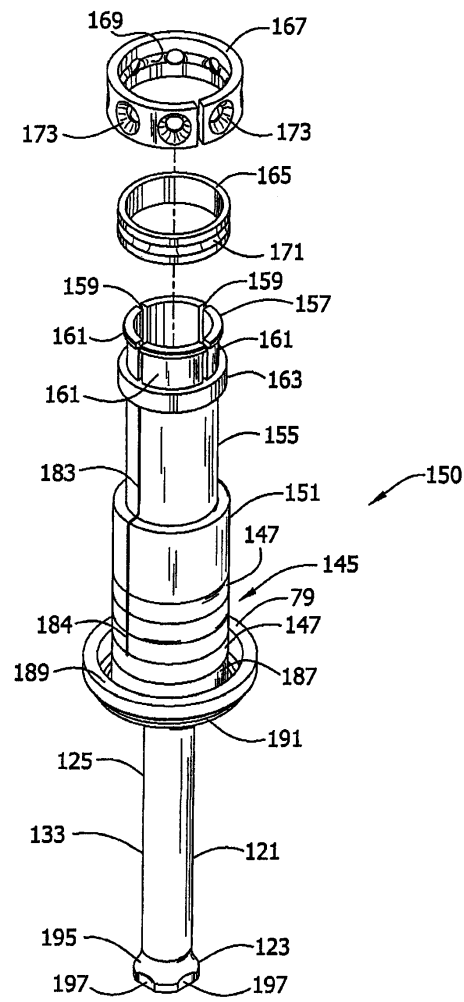
도면7



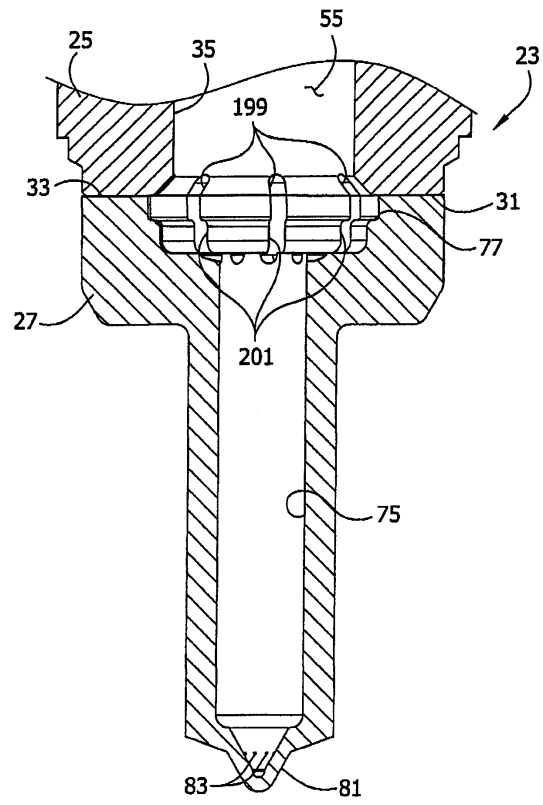
도면8



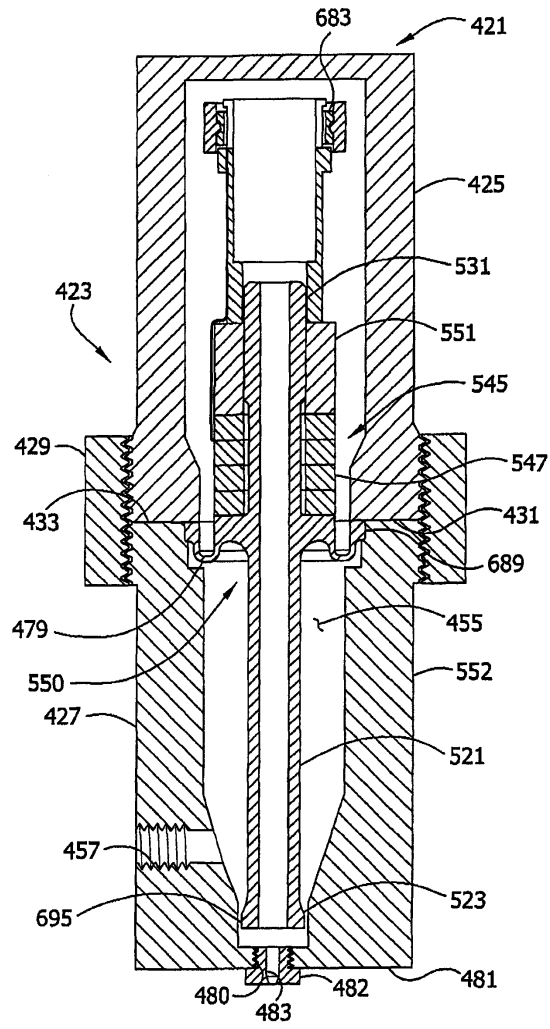
도면9



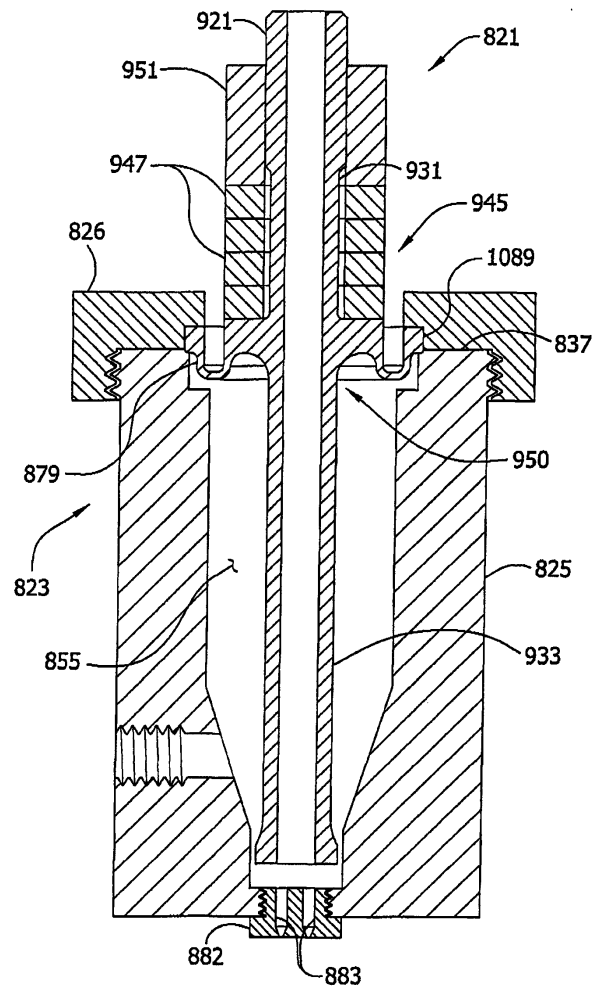
도면10



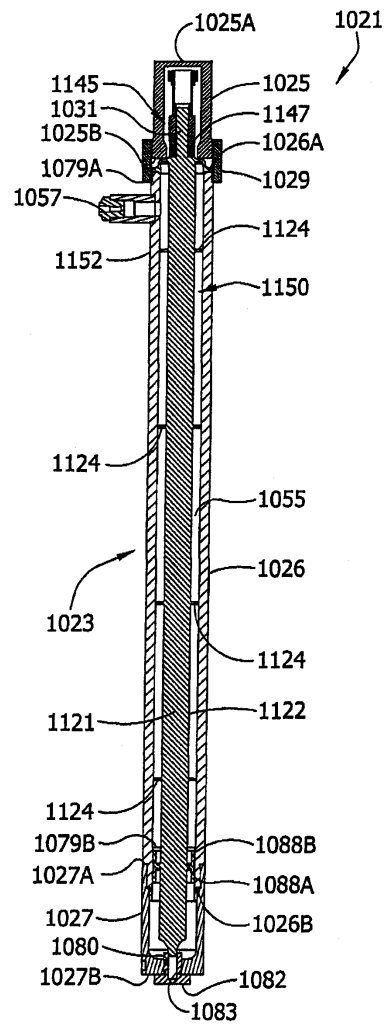
도면11



도면12



도면13



도면14

