



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월27일
(11) 등록번호 10-2138290
(24) 등록일자 2020년07월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02M 61/18 (2006.01) F02M 61/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F02M 61/1813 (2013.01)
F02M 61/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7016187
(22) 출원일자(국제) 2013년11월20일
심사청구일자 2018년11월19일
(85) 번역문제출일자 2015년06월17일
(65) 공개번호 10-2015-0100676
(43) 공개일자 2015년09월02일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2013/002592
(87) 국제공개번호 WO 2014/080265
국제공개일자 2014년05월30일
(30) 우선권주장
61/728,525 2012년11월20일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
KR100176737 B1*
JP2003074440 A*
JP2005002840 A*
JP평성10009094 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
노스트림 에너지 피티이. 리미티드
싱가포르 069531 #08-03 세실 스트리트 90 씨/오
솔로메드 피티이. 엘티디.
(72) 발명자
물리에 니르말
미국 00824 뉴저지 켄달 파크 애린 코트 10
세인 슈리크리슈나
인도 봄바이-400076 포와이 쉬브네리 601 아이아
이티 봄바이 스테프 시에이치에스 엘티디.
바로스 네토 오사난 엘.
미국 43890 미시건 커머스 티더블유펜 크레스트뷰
블러바드 324
(74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 39 항

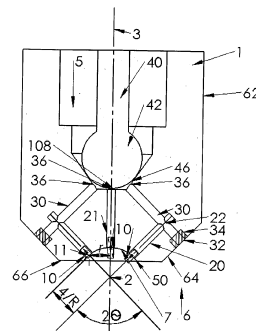
심사관 : 임충환

(54) 발명의 명칭 **충돌 제트들을 이용한 액체 분사 무화기**

(57) 요약

내연 기관으로 액체를 분사하기 위한 액체 분사기가 제공된다. 분사기는 공통의 충돌 지점에 조준되는 다수의 제트를 구비하고, 적어도 2개의 제트 스트림이 충돌하여 액체 스트림들의 충돌에 의해 발산되는 운동 에너지로 인해 미세하게 무화된 액체를 생성한다. 제트들에 의해 형성되는 각도, 가해진 압력 및 제트들이 충돌하는 거리는 전진 모멘트의 손실이 5마이크론 미만의 입자를 생성하는 데에 요구되는 에너지보다 크도록 정해진다. 분사되는 액체는 가솔린, 디젤류 연료, 또는 물을 포함할 수 있다. 분사기는 포트 분사용 또는 직접 분사용으로 사용될 수 있다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

F02M 61/188 (2013.01)

F02M 2200/46 (2013.01)

Y02T 10/123 (2013.01)

(30) 우선권주장

61/838,675 2013년06월24일 미국(US)

61/891,118 2013년10월15일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

무화 액체를 생성하는 액체 분사기로서,

- a. 분사기의 몸체로 공급되는 가압된 액체 공급원을 포함하되, 몸체는 액체 유입구와, 몸체 내부에 있는 액체 계량 수단과, 노즐을 포함하는 액체 배출구를 구비하고, 몸체는 중심축선에 대해 대략 원형인 횡단면을 구비하며;
- b. 노즐이 상기 중심축선, 내측 단부, 및 외측 단부를 포함하고, 또한 2개 이상의 액체 통로를 포함하되, 각 액체 통로는 노즐의 외부 표면에 있어 액체의 가압된 액체 제트들을 발원시키는 제트 오리피스와 유체 연통하고, 각 제트는 분사기 본체의 최하단 표면의 아래에 있는 공통 초점에 조준되고, 가압된 액체 제트들이 초점에서 충돌하는 것에 의해 무화된 형태의 액체가 생성되며;
- c. 제트들의 끼인각은 30° 이상, 180° 미만이며; 그리고
- d. 계량 수단은 정확하고 제어 가능한 개시 시점 및 종료 시점에서 정확한 양의 액체 유동을 제공하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 2

제1항에 있어서,

3개 이상의 오리피스를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 3

제2항에 있어서

분사기의 중심축선을 따르는 제트를 확정하는 적어도 하나의 오리피스를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 4

제1항에 있어서,

각 통로가, 내측 단부에서부터 중심축선의 외측으로 외측 단부를 향해 소정 각도로 연장하는 제1 구간과, 제1 구간과 교차하고 중심축선 및 노즐의 외측 단부를 향해 소정 각도로 연장하는 제2 구간을 갖는 2개의 구간을 포함하며,

각 통로는 오리피스를 구비한 외측 단부에서 종료되는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 5

제1항에 있어서,

임의의 오리피스와 충돌 지점 간의 거리가 2개의 가장 먼 오리피스들 간의 거리의 3배 미만인 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 6

제1항에 있어서,

임의의 오리피스와 충돌 지점 간의 거리가 해당 오리피스로부터 방출되는 제트의 액체 길이보다 작은 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 7

제1항에 있어서,

액체 분사기가 액체를 내연 기관으로 분사하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 8

제1항에 있어서,

액체 분사기가 액체를 왕복식 내연 기관의 연소 챔버로 또는 회전식 내연 기관의 연소 챔버로 분사하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 9

제1항에 있어서,

액체에 가해지는 압력은 100바 내지 250바 범위이고, 액체는 왕복식 또는 회전식 내연 기관의 연소 챔버로 분사되는 가솔린이거나, 또는

액체에 가해지는 압력은 200바 내지 2500바 범위이고, 액체는 왕복식 압축 착화 기관의 연소 챔버로 분사되는 디젤류(diesel-type) 연료인 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 10

제1항에 있어서,

액체 분사기가 액체를 내연 기관의 흡기 매니폴드로 분사하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 11

제1항에 있어서,

액체에 가해지는 압력은 4바 내지 250바이고, 액체는 기관의 흡기 매니폴드로 포트 분사되는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 12

제1항에 있어서,

액체에 가해지는 압력은 4바 내지 5바이고, 액체는 기관의 흡기 매니폴드로 포트 분사되는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 13

제1항에 있어서,

액체 분사기가 액체는 내연 기관의 배기 매니폴드로 분사하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 14

제1항에 있어서,

노즐이 외측 단부에 오목하거나 만입된 원뿔부를 획정하고, 제트 오리피스들은 상기 오목하거나 만입된 원뿔부 내에 있는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 15

제1항에 있어서,

노즐이 외측 단부에 오목부를 획정하고, 제트 오리피스들은 오목부 내에 있고, 제트 오리피스들의 중심들은 노즐의 중심축선과 직교하는 단일 평면에 배열된 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 16

제1항에 있어서,

제트 오리피스들의 중심들이 노즐의 중심축선과 직교하는 2개 이상의 평면들에 배열된 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 17

제1항에 있어서,

오리피스가 노즐의 중심에 구비되는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 18

제1항에 있어서,

2개 내지 30개의 오리피스들을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 19

제1항에 있어서,

계량 수단이 솔레노이드 제어식 핀틀이거나, 또는

계량 수단이 압전 제어식 핀틀인 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 20

제1항에 있어서,

오리피스 직경이 $50\mu\text{m}$ 내지 $3000\mu\text{m}$ 범위인 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 21

제1항에 있어서,

적어도 하나의 제트와, 초점과, 제2의 제트에 의해 확정되는 각도는 30° 보다 큰 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 22

제21항에 있어서,

적어도 하나의 제트와, 초점과, 제2의 제트에 의해 확정되는 각도는 90° 보다 큰 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 23

제22항에 있어서,

적어도 하나의 제트와, 초점과, 제2의 제트에 의해 확정되는 각도는 120° 보다 큰 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 24

제1항에 있어서,

적어도 하나의 제트와, 초점과, 제2의 제트에 의해 확정되는 각도는 30° 이상, 180° 미만의 범위인 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 25

제1항에 있어서,

분사기가 물 분사기이고 액체는 수용액 또는 물이거나, 또는 분사기가 연료 분사기이고 액체는 탄화수소 연료인 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 26

액체 분사기용 노즐로서,

- a. 중심축선, 내측 단부, 및 외측 단부를 구비하고, 2개 액체 통로를 포함하는 원통형 외부 형상을 포함하되, 각 액체 통로가, 노즐의 외부 표면에 있어 액체의 가압된 액체 제트들을 발원시키는 제트 오리피스와 유체 연통하고, 각 제트는 분사기 본체의 최하단 표면의 아래에 있는 공통 초점에 조준되고, 가압된 액체 제트들이 초점에서 충돌하는 것에 의해 무화된 형태의 액체가 생성되며; 그리고
- b. 제트들의 끼인각은 30° 이상, 180° 미만인 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 27

액체 분사기용 노즐로서,

- a. 적어도 2개의 유입구 오리피스를 구비한 핀틀 불용 시트;
- b. 적어도 2개의 배출구 오리피스를 구비한 외부 표면; 및
- c. 액체를 유입구 오리피스로부터 배출구 오리피스까지 전달하기 위한 적어도 2개의 통로를 포함하며, 각 통로가 외부 표면의 에지로부터 유입구 오리피스까지 연장하는 제1 선형 통로; 배출구 오리피스로부터 제1 선형 통로를 따르는 교차 지점까지 연장하는 제2 선형 통로; 및 외부 표면의 에지에서 제1 통로에 삽입되는 플러그를 포함하고,
- d. 적어도 2개의 통로들과 2개의 배출구 오리피스들 각각이, 각 통로를 통해 전달되는 가압된 액체가 가압된 액체의 제트 스트림을 형성하고, 각 제트가 분사기 본체의 최하단 표면의 아래에 있는 공통 초점에 조준되고, 가압된 액체 제트들이 초점에서 충돌하는 것에 의해 무화된 형태의 액체가 생성되도록 지향되어 있고,
- e. 제트들의 끼인각은 30° 이상, 180° 미만인 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 28

제26항 또는 제27항에 있어서,

각 제트를 획정하는 배출구 오리피스가 제2 선형 통로의 내경보다 작은 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 29

제26항 또는 제27항에 있어서,

각 제트를 획정하는 배출구 오리피스가 제2 선형 통로의 내경보다 작은 직경을 획정하는 인서트를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 30

제26항 또는 제27항에 있어서,

액체 분사기가 액체를 내연 기관으로 분사하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 31

제26항 또는 제27항에 있어서,

액체 분사기가 액체를 왕복식 내연 기관의 연소 챔버로 분사하거나, 또는

액체 분사기가 액체를 회전식 내연 기관의 연소 챔버로 분사하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 32

제26항 또는 제27항에 있어서,

노즐이 외측 단부에 오목하거나 만입된 원뿔부를 획정하고, 적어도 2개의 배출구 오리피스들은 오목하거나 만입

된 원뿔부 내에 있는 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 33

제26항 또는 제27항에 있어서,

노즐의 중심축선에 중앙 배출구 오리피스가 구비되는 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 34

제26항 또는 제27항에 있어서,

2개 내지 30개의 오리피스들을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 35

제26항 또는 제27항에 있어서,

적어도 2개의 배출구 오리피스가 $50\mu\text{m}$ 내지 $3000\mu\text{m}$ 범위의 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 36

제26항 또는 제27항에 있어서,

직경이 $200\mu\text{m}$ 내지 $400\mu\text{m}$ 범위이고, 액체는 탄화수소 연료인 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 37

제26항 또는 제27항에 있어서,

오리피스 직경은 $300\mu\text{m}$ 내지 $700\mu\text{m}$ 범위이고, 액체는 물 또는 수용액인 것을 특징으로 하는 액체 분사기용 노즐.

청구항 38

무화 액체를 생성하는 액체 분사기로서,

- a. 분사기의 몸체로 공급되는 가압된 액체 공급원을 포함하되, 몸체는 액체 유입구와, 액체 계량 수단과, 노즐을 포함하는 액체 배출구를 구비하며;
- b. 노즐은 가압된 액체 제트들을 발원시키는 4개 이상의 제트 오리피스를 포함하고, 둘 이상의 제트들이 분사기 본체의 최하단 표면의 아래에 있는 공통 초점에 조준되고, 공통 초점은 2개 이상 존재하고, 가압된 액체 제트들이 공통 초점들에서 충돌하는 것에 의해 무화된 형태의 액체가 생성되며;
- c. 동일한 초점에 조준되는 임의의 2개의 제트들의 끼인각은 30° 이상, 180° 미만이며; 그리고
- d. 계량 수단은 정확하고 제어 가능한 개시 시점 및 종료 시점에서 정확한 양의 액체 유동을 제공하는 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 39

무화 액체를 생성하는 액체 분사기로서,

- a. 분사기 하우징;
- b. 외부 액체 공급원과 결합되도록 구성된 액체 유입구;
- c. 액체 유입구와 유체 연통하는 핀틀 밸브로서, 외부 액체 공급원으로부터의 액체의 유동을 조정가능하게 계량하도록 구성된 핀틀 밸브; 및
- d. 핀틀 밸브와 유체 연통하고 분사기 하우징의 외부 표면에 형성된 각각의 경사진 오리피스들에서 종료하는 다수의 액체 통로를 포함하며, 액체 통로들이 각각의 액체 제트들을 경사진 오리피스들이 형성된 평면으로부터 떨어진, 분사기 본체의 최하단 표면 아래에 있는 정해진 위치에 위치된 공통 충돌 지점으로 안내하도록 치수가 정

해지고 경사지며;

e. 정해진 위치가 무화 분사기의 중심축선을 따라 위치되고, 무화된 액체의 외부 표면에 대한 충격을 최소화하는 것으로 결정되고, $L=d \times C \times SM$ 및 $L=(A_o \times \Delta P)/[\sigma + K \times d \times \Delta P / \rho_L]$, $K=(\rho_a \pi C_{dc}/3)$ (여기서, d는 경사진 오리피스 직경이고, C는 상수이고, SM은 $(v/\sigma) \times (2\Delta P \times \rho)^{1/2}$ 로 정의되는 계수로서, v는 동 점성률, σ 는 표면 장력, ΔP 는 경사진 오리피스를 통과할 때의 압력 강하, 그리고 ρ 는 유체 밀도이고, A_o 는 오리피스 면적이고, ρ_L 은 액체 밀도, ρ_a 는 공기 밀도이고, 그리고 C_{dc} 는 축선 방향 유동에서의 실린더에 대한 표면 마찰 항력 계수) 중 작은 것을 충족하는 액체 길이 거리보다 짧은 거리만큼 외부 표면으로부터 떨어져 있고, 핀틀 밸브와 유체 연통하고 분사기 하우징의 외부 표면에 형성된 중앙 오리피스에서 종료되는 중앙 액체 통로를 더 포함하며, 중앙 오리피스가 중심축선에 부합하는 액체 제트를 충돌 지점으로 안내하도록 구성된 것을 특징으로 하는 액체 분사기.

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원의 교차 참조

[0002] 본 출원은 2012년 11월 20일에 출원된 미합중국 가특허출원 제61/728,525호, 2013년 6월 25일에 출원된 미합중국 가특허출원 제61/838,675호, 및 2013년 10월 15일에 출원된 미합중국 가특허출원 제61/891,118호의 우선권을 주장한다. 상기 미합중국 가특허출원들의 개시 내용 전체는 본 명세서에 인용되어 포함된다.

[0003] 본 발명은 무화 액체를 생성하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 구체적으로는, 본 발명은 내연 기관용 무화 액체 분사기에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 왕복식 또는 회전식 내연 기관에 분사하기 위해 액체를 효과적으로 무화시키는 것은 불꽃 점화, 압축 착화(디젤) 또는 연속 연소 기관들의 설계와 작동에 있어서 중요한 측면이다. 종래 기술의 방법은 매우 높은 압력의 사용, 매우 작은 오리피스의 사용 및 액체 스트림을 분열(breakup)시키는 충돌판 또는 소형 장애물의 사용을 포함한다.

[0005] 왕복식 또는 회전식 내연 기관의 냉각, 노크(knock) 저감, NOx 저감을 위해 액체를 효과적으로 무화시키는 것은 설계와 작동에 있어서 중요한 측면이고, 연비 증가와 배출 가스 감소에 대해 커다란 장점을 제공한다.

[0006] 액체 연료와 물은 둘 다 보통 기관으로 분사된다. 연료는 디젤류 연료, 가솔린(휘발유), 알콜 및 이들의 혼합물일 수 있다. 디젤류 기관은 JP-8, 제트 연료 및 등유(kerosene)를 포함한다. 알콜은 에탄올과 메탄올을 포함하며, 보통 가솔린과 혼합된다. 물도, 특히 외부 냉각 및 배기를 통한 열 손실이 감소되는 경우에, 연소 중에 액체 물이 증기로 변환되는 것에 의해 제공되는 큰 팽창 계수 때문에, 내부 냉각 효과, 노크, NOx 저감을 제공하

도록 흔히 기관으로 분사된다.

- [0007] 현대의 기관은 연료를 기관으로 도입하기 위해 연료 분사를 일반적으로 사용한다. 이러한 연료 분사는 포트 분사 또는 직접 분사일 수 있다. 포트 분사에서는, 연료 분사기들이 실린더 전의 흡기 트레인 또는 흡기 매니폴드의 어떤 지점에 위치된다. 직접 분사에서는 분사기가 각 실린더에 있다.
- [0008] 실린더로 분사되는 연료 및 다른 액체의 무화는 중요하다. 분사 액체의 스트림이 기관의 내부 표면과 접촉하기 전에 모든 분사 액체가 무화되는 것이 최상이다. 액체가 실린더 표면에 접촉하면, 액체가 윤활유를 씻어내고 웅덩이처럼 고일 수 있다. 연소 중에 고인 연료(pooled fuel)는 탄소 침착, 배출 가스 증가 및 기관 출력 감소를 초래한다. 그 대신, 물이 분사되는 경우에는, 실린더 헤드와 피스톤 면과 같이 윤활되지 않은 내부 표면에 충돌하면 몇 가지 장점을 제공할 수 있다.
- [0009] 통상의 연료 분사기 또는 무화기의 스프레이 구성은 일반적으로, 스월링(swirling)을 대개 발생시키는, 원뿔 형상이지만, 이러한 구성은 제한적이고, 직접 분사 시스템에서는 액체의 피스톤 및 실린더 벽에 대한 충격을 일으킬 수 있다. 특히 고압축 기관에서는, 헤드 공간이 매우 제한되어, 이러한 기관에서의 무화가 액체 스트림의 기관 내부 표면과의 접촉 없이는 더욱 어렵게 된다.
- [0010] 효과적인 무화에 대한 접근은 고압 액체 분사 및 소형 오리피스 사용이지만, 고압 시스템은 비싸고 고장 나기 쉬우며, 소형 오리피스는 막히기 쉽다.
- [0011] 또한 효과적인 무화에 대한 접근은 고압으로 빠르게 이동하는 공기가 액체 스트림을 전단시켜 무화를 달성하는데 사용되는 액체와의 공기 전단을 사용하는 것이다. 이러한 접근은 액체들의 파괴라는 측면에서 자체적인 한계가 있다. 또한, 공기나 가스를 고압으로 공급하는 것과 관련된 복잡성 때문에, 이를 직접 분사식 배치 형태에 적용하는 것은, 불가능하지는 않지만, 어렵다.
- [0012] 또한 충돌 제트들이 액체 연료 로켓 기관에서 연료와 산화제를 서로 혼합시키는 수단으로서 공지되어 있다. 내연 기관용 분사기는, 로켓 기관 노즐이 '시작-유지-중지(start-hold-stop)'식의 정량식 장치(metered device)가 아닌 반면 내연 기관용 분사기는 명령에 따라 특정 양의 액체를 전달하도록 구성되어 있다는 점에서 종래 기술의 로켓 기관 노즐과 다르다. 이는 시간의 경과에 따르는 유량에 대한 신중한 제어를 요구하고, 이러한 제어는 보통 솔레노이드에 의해 이루어지지만 유압 파일럿 액추에이션, 유압 증폭, 압전 스택, 공압 수단 또는 기타 방법을 통해서도 제어될 수 있다. 또한 로켓 기관의 충돌 제트는 기본적으로, 순전히 유체를 액체들 또는 무화 스프레이로 분열시키는 메커니즘이라기보다는 2개의 별개의 유체(일반적으로 연료 및 산화제)가 분사되어 상호 작용하여 반응하는 하나의 혼합 방법으로 의도되어 있다.
- [0013] 통상의 무화기 및 분사기는 액체를 소형 오리피스를 통해 강제 이송하기 위해서 고압을 사용한다. 이에 따라 압력을 가하는 것에 의해 제공되는 운동 에너지는 거의 전부가 유체의 가속을 위해 사용되고, 어떤 분열 또는 무화도 공기 전단, 저항 또는 드래그(drag)로 인해 일어난다. 제트가 분열이 시작되기 전에 상당한 거리를 이동할 것이라는 점은 관찰 및 이론으로부터 명백하다. 대부분의 승용차에서는 약 10cm인 한정된 챔버 크기를 갖는 내연 기관에서, '액체 길이' 즉 분열되기 전의 액체의 길이는 연소 챔버 내의 분사기 팁으로부터 가장 먼 지점보다 길다. 이는 제트가 분열되기 전에 피스톤 또는 실린더 벽 중 어느 하나 또는 둘 다에 충돌할 것이라는 의미이다. 더욱 양호한 분열을 달성하기 위해서는 새로운 메커니즘이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 일 실시예는, 분사기 하우징; 외부 액체 공급원과 결합되도록 구성된 액체 유입구; 액체 유입구와 유체 연통하는 핀틀 밸브로서, 외부 액체 공급원으로부터의 액체의 유동을 조정가능하게 계량하도록 구성된 핀틀 밸브; 및 핀틀 밸브와 유체 연통하고 분사기 하우징의 외부 표면에 형성된 각각의 경사진 오리피스들에서 종료하는 다수의 액체 통로를 포함하며, 액체 통로들이 각각의 액체 제트들을 경사진 오리피스들이 형성된 평면으로부터 떨어진 정해진 위치에 위치한 공통 충돌 지점으로 안내하도록 치수가 정해지고 경사진다. 정해진 위치는 무화 분사기의 중심축선을 따라 위치되고, 무화된 액체의 무화 분사기의 외부 표면에 대한 역충격을 최소화하거나 방지하는 것으로 결정되고, 식 $L=d \times m \times SM$ (여기서, d 는 경사진 오리피스 직경(m)이고, m 은 상수이고, SM 은

$(v/\sigma) \times (2\Delta P \times \rho)^{1/2}$ 로 정의되는 무차원 계수로서, v 는 동 점성률(m^2/s), σ 는 표면 장력(N/m), ΔP 는 경사진 오리피스를 통과할 때의 압력 강하(N/m^2), 그리고 ρ 는 유체 밀도(kg/m^3) 및 식 $L=(A_0 \times \Delta P)/[\sigma + C \times d_0 \times \Delta P / \rho_L]$, $C=(\rho_a \pi C_{dc}/3)$ (여기서, d_0 는 경사진 오리피스 직경(m)이고, C 는 상수이고, A_0 는 오리피스 면적(m^2)이고, ΔP 는 경사진 오리피스를 통과할 때의 압력 강하(N/m^2), 그리고 ρ 는 유체 밀도(kg/m^3)이고, σ 는 표면 장력(N/m)이고, ρ_L 은 액체 밀도(kg/m^3)이고, ρ_a 는 공기 밀도(kg/m^3)이고, 그리고 C_{dc} 는 축선 방향 유동에서의 실린더에 대한 표면 마찰 항력 계수) 중 하나를 충족하는 액체 길이 거리 중 최소치보다 짧은 거리만큼 외부 표면으로부터 떨어져 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예는, 분사기 몸체의 외부 표면으로부터 분사기 몸체의 캐비티에 배치된 핀틀 밸브 시트까지 연장하는 2개 이상의 제1 액체 통로를 천공하는 단계; 분사기 몸체의 스프레이 팁 외부 표면으로부터 연장하여 각각의 제1 액체 통로의 비-단부 구역에서 제1 액체 통로와 교차하는 제2 액체 통로들로서, 분사기 몸체의 스프레이 팁 외부 표면에 형성된 오리피스들에서 종료하고 오리피스들을 빠져나가는 제트들을 분사기 몸체 외부의 정해진 지점에서 충돌하도록 안내하도록 구성된 각도로 경사진 제2 액체 통로들을 천공하는 단계; 및 제1 액체 통로들의 분사기 몸체의 외부 표면과 제2 액체 통로와의 교차 지점 사이의 부분들을 밀폐하는 단계에 의해 제조된다.

[0016] 일 실시예에서, 액체 분사기는 액체를 내연 기관으로 분사한다. 일 실시예에서, 액체 분사기는 액체를 왕복식 또는 회전식 내연 기관의 연소 챔버로 분사한다. 일 실시예에서, 액체 분사기는 액체를 왕복식 내연 기관의 흡기 포트, 흡기 매니폴드 또는 배기 경로로 분사한다.

[0017] 일 실시예에서, 오리피스들은 노즐의 중심축선으로부터 동일한 반경 방향 거리에 배열되고, 등각으로 이격된다.

[0018] 일 실시예에서, 오리피스들이 노즐의 중심축선으로부터 동일한 반경 방향 거리에 배열되고, 부등각으로 이격될 수 있다. 일 실시예에서, 노즐은 외측 단부에 오목부를 획정할 수 있고, 제트 오리피스들은 오목부 내에 있다.

[0019] 일 실시예에서, 오리피스 축선, 노즐의 외측 단부에 있는 중심축선 지점 및 인접한 오리피스를 잇는 선에 의해 확정되는 각도는 임의의 평면에 있는 모든 오리피스들에 대해 동일하다.

[0020] 일 실시예에서, 추가의 오리피스가 노즐의 중심에 구비된다.

[0021] 일 실시예에서, 오리피스의 수는 둘 이상이고, 그 범위는 50개까지일 수 있다. 유체역학에 의하면, 2개의 오리피스로부터 나오는 액체가 충돌 후에 납작한 팬 형상의 확산 안개(diffusion cloud)를 생성하지만, 3개 이상의 오리피스들에 의해서는 3차원의 보다 둥근 안개가 생성된다는 것을 알 수 있다. 오리피스의 수가 더 많으면 액체 배출량은 더 많다(다른 모든 인자는 동일함). 기관에 적용되는 경우에는, 예를 들어 승용차 기관용 분사기 몸체는 직경이 약 8mm이고, 2개 내지 6개의 오리피스를 구비할 수 있다. 정치형 중량 디젤 기관용 분사기는 직경이 5cm이고 오리피스의 수가 3개 내지 30 또는 그 이상인 분사기 몸체를 구비할 수 있다.

[0022] 일 실시예에서, 분사기는 내연 기관의 연료 분사기 또는 물 분사기이다. 일 실시예에서, 분사기의 액체는 수용액, 물 및 액체 탄화수소 연료로부터 선택된다. 일 실시예에서, 분사기는 연료 분사기이고, 액체는 디젤 연료, JP8, 알콜 또는 가솔린 또는 이들의 혼합물로부터 선택된다.

[0023] 일 실시예에서, 계량 수단은 솔레노이드 제어식 핀틀 또는 압전 제어식 핀틀이다.

[0024] 일 실시예에서, 제트들의 유입구 압력 또는 오리피스 직경, 및 충돌 속도 또는 충돌력이 전부 동일하지는 않다.

[0025] 일 실시예에서, 오리피스 직경은 약 50 μm 내지 약 5000 μm 범위이거나, 혹은 요구되는 유량에 따라 그보다 더 클 수 있다. 일 실시예에서, 오리피스 직경은 약 200 μm 내지 약 400 μm 범위이고, 액체는 탄화수소 연료이다. 일 실시예에서, 오리피스 직경은 약 300 μm 내지 약 700 μm 범위이고, 액체는 물 또는 수용액이다.

[0026] 일 실시예에서, 액체 압력은 약 1바 내지 약 5000바 범위이다.

[0027] 일 실시예에서, 각 제트를 한정하는 오리피스에서의 액체 속도는 10m/s보다 크고, 다른 실시예에서는 약 20 내지 약 500m/s 범위이다.

[0028] 일 실시예에서, 오리피스와 충돌 지점 간의 거리는 2개의 가장 먼 오리피스들 간의 거리의 3배 미만이다.

[0029] 일 실시예에서, 오리피스와 충돌 지점 간의 거리는 액체 제트의 '액체 길이'보다 작다.

[0030] 일 실시예에서, 임의의 2개의 제트에 의해 확정되는 각도는 약 20° 내지 약 180° 범위이다.

[0031] 일 실시예에서 본 발명의 분사기는 적어도 2개의 제트들이 만나는 초점을 2개 이상 가질 수 있다. 따라서 일 실시예는, 무화 액체를 생성하는 액체 분사기로서, 분사기의 몸체로 공급되는 가압된 액체 공급원을 포함하되, 몸체는 액체 유입구와, 몸체의 내부 또는 외부에 있는 액체 계량 수단과, 노즐을 포함하는 액체 배출구를 구비하며; 노즐은 가압된 액체 제트들을 발원시키는 2개 이상의 제트 오리피스스를 포함하고, 각 제트들은 분사기 외부에 있는 초점에 조준되고, 가압된 액체 제트들이 초점에서 충돌하는 것에 의해 무화된 형태의 액체가 생성되며; 2개 이상의 별개의 초점들이 존재하고; 그리고 계량 수단은 정확하고 제어 가능한 개시 시점 및 종료 시점에서 정확한 양의 액체 유동을 제공하는 액체 분사기를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0032] 본 발명의 상술한 그리고 다른 특징들, 태양들 및 장점들은 이하의 상세한 설명, 첨부된 특허청구범위 및 첨부된 도면들을 참조하면 더 잘 이해할 수 있을 것이다.

도 1a는 본 발명의 실시예를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 1b는 도 1a의 개략도를 핀들이 개방 위치에 있는 상태로 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 분사기를 도 1a의 저면에서 본 도면이다.

도 3의 (a) 내지 (f)는 여러 가지 오리피스 패턴들을 도시한 도면들이다.

도 4는 액체 제트가 분열될 때까지의 기하학적 형태를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 5a 내지 도 5c는 제트 분열 조건의 만족을 이끄는 힘 평형에 기초한 분열까지의 제트 길이에 대한 수식으로 부터 유도되는 모델로부터의 결과를 예시한 도면들이다.

도 6a 내지 도 6e는 본 발명의 실시예의 제조 공정을 도시한 도면들이다.

도 7의 (a) 및 (b)는 실제 종래 기술 분사기(도 7의 (a)) 및 본 발명의 분사기(도 7의 (b))로부터의 스프레이 패턴들을 도시한 도면들이다.

도 8a 및 도 8b는 디젤 기관의 연료 유동 기관 부하를 그래프로 나타낸 도면들로, 본 발명의 분사기가 동일한 기관 부하에 대해 통상의 분사기보다 연료 유동이 더 낮다는 것을 나타내고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 본 발명은 유체, 특히 왕복형 또는 회전형 내연 기관에의 분사를 위한 액체의 분사를 위한 노즐을 제공한다. 이러한 액체는 가솔린 또는 디젤과 같은 연료, 물 또는 수용액일 수 있다. 본 발명에서는, 적어도 둘 이상의 유체 제트가 압력이 가해진 상태에서 충돌 지점으로 조준된다. 충돌 지점(들)에서 제트들이 충돌하면 액체가 효과적으로 무화된다. 무화 액체는 액체와 기관 내부 표면의 실질적인 접촉을 최소화하고 더욱 효과적인 연소(또는 다른 효과들)를 위한 큰 표면적을 제공하는 플럼(plume)을 생성한다.

[0034] 두 개의 충돌 제트는 팬(fan) 같은 2차원 무화 스프레이(atomized spray)를 발생시킨다. 완전한 3차원 구름을 이루기 위해서는 적어도 제3의 충돌 제트가 필요하다. 중앙에 있는 제트를 포함하여 제트들을 여러 각도로 구성하는 것에 의해, 무화된 액체 안개의 형상이 이루어질 수 있다.

[0035] 본 발명의 실시예에서는, 분사기의 몸체로 공급되는 가압된 액체 공급원을 구비하여 무화 액체를 생성하는 액체 분사기로서, 몸체는 액체 유입구와, 액체 계량 수단과, 노즐을 포함하는 액체 배출구를 구비하며; 노즐은 액체의 가압된 액체 제트들을 발원시키는 2개 이상의 제트 오리피스스를 포함하되, 각 제트는 분사기 외부의 공통 초점에 조준되고, 가압된 액체 제트들이 초점에서 충돌하는 것에 의해 무화된 형태의 액체가 생성되며; 제트들의 끼인각은 30° 내지 180° 이며; 그리고 계량 수단은 정확하고 제어 가능한 개시 시점 및 종료 시점에서 정확한 양의 액체 유동을 제공하도록 된 액체 분사기가 제공된다.

[0036] 다른 실시예에서는 분사기의 몸체로 공급되는 가압된 액체 공급원을 구비하여 무화 액체를 생성하는 액체 분사기로서, 몸체는 액체 유입구와, 몸체 내부에 있는 액체 계량 수단과, 노즐을 포함하는 액체 배출구를 구비하고, 몸체는 중심축선에 대해 대략 원형인 횡단면을 구비하며; 노즐은 상기 중심축선, 내측 단부 및 외측 단부를 포함하고, 내측 단부로부터 2개 이상의 통로가 발원되고, 각 통로는 오리피스스를 구비한 외측 단부에서 종료되며; 가압된 액체는 2개 이상의 통로들을 통해 각 통로를 종료시키는 오리피스스까지 강제 이동되고, 각 오리피스스는 가

압된 액체의 제트를 안내하고, 오리피스들은 각 제트가 분사기 외부에 있는 공통 초점에 조준되도록 구성되고, 가압된 액체 제트들이 초점에서 충돌하는 것에 의해 무화된 형태의 액체가 생성되며; 제트들의 끼인각은 30° 내지 180° 이며; 그리고 계량 수단이 정확하고 제어 가능한 개시 시점 및 종료 시점에서 정확한 양의 액체 유동을 제공하도록 된 액체 분무기가 제공된다.

[0037] 본 발명의 실시예에서, 액체 분사기는 액체 유입구; 소정량의 액체 유동을 제공하기 위한 액체 계량 수단; 및 노즐을 구비한 액체 배출구를 포함한다. 노즐은 중심축선; 내측 단부; 외측 단부 또는 스프레이 팁, 및 내측 단부로부터 시작되고 오리피스를 구비한 외측 단부에서 종료되는 2개 이상의 통로들을 포함하며, 오리피스들은 적어도 2개의 제트들이 분사기 외부에 있는 공통 초점에 조준되도록 구성된다.

[0038] 계량 수단은 솔레노이드 제어식 핀틀일 수 있다. 대안적으로, 계량 수단은 압전 제어식 핀틀일 수 있다.

[0039] 본 실시예의 노즐은 외측 단부에 오목하거나 혹은 만입된 원뿔형 부분을 획정한다. 제트 오리피스들은 만입부 내에 있다. 오리피스들은 노즐의 중심축선으로부터 동일한 반경 방향 거리에 배열될 수 있고, 등각으로 이격될 수 있다. 대안적으로, 오리피스들은 노즐의 중심축선으로부터 동일한 반경 방향 거리에 배열될 수 있고, 등각이 아니게 이격될 수 있다. 제트 오리피스들은 노즐의 중심축선에 대해 단일 평면상에 배열될 수 있다. 대안적으로, 오리피스들의 중심들은 노즐의 중심축선에 대해 둘 이상의 평면들에 배열될 수 있다.

[0040] 본 실시예에서, 액체 분사기는 액체를 왕복식 내연 기관의 연소 챔버 또는 회전식 내연 기관의 연소 챔버로 분사한다.

[0041] 본 실시예에서, 가압된 액체는 적어도 2개의 통로들을 통해 각 통로를 종료시키는 오리피스로 강제 이송되고, 각 오리피스는 가압된 액체의 제트를 안내하고, 가압 액체 제트들의 초점에서의 충돌은 분무 형태의 액체를 생성한다.

[0042] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 노즐의 실시예를 개략적으로 도시한 도면이며, 2개의 액체 통로가 도시 평면에 도시되어 있다. 노즐은 노즐로 둘러싸인 챔버 또는 파이프를 유체 유동이 빠져나감(들어감)에 따라 유체 유동의 방향 또는 특성을 제어하도록(특별히 속도를 증가시키도록) 구성된 장치이다. 노즐은 중심축선을 갖는 몸체(1)를 구비한다. 노즐의 유입구 단부(5)는 핀틀 샤프트(40)의 종말 단부(terminal end) 및 핀틀 볼(42)을 나타낸다. 노즐 내의 가압된 액체들을 오리피스로 전달하는 액체 통로들은 핀틀 볼 시트 영역의 지점(36)에서 시작된다.

[0043] 노즐(1)의 배출구 단부(6)(본 명세서에서 "스프레이 팁"이라고도 함)는, 도 1에서는 오목(직선형 벽들을 갖는 에지부(edge)들이 아닌 만곡된 형상)하게 도시되었지만 그 형상이 원뿔형일 수도 있는, 만입부(7)를 구비한다. 제트들의 끼인각(2θ)은 커서, 90° 보다 클 수 있고, 반면 제트 경로 길이, 즉 (10)에서부터 초점(2)까지 라인(4)을 따르는 거리(R로 지시됨)는 비교적 짧다. 제트 경로 길이가 짧으면 분무 공정을 더 잘 제어할 수 있고 더 많은 에너지가 충돌 지점(2)에 전달될 수 있다. 따라서 제트 경로가 짧은 것이 역충격(back impaction), 즉 액체들이 분사기 몸체로 반사되어 분사기 스프레이 팁을 충격하는 것을 방지할 수 있어 더 바람직하다.

[0044] 도 1a 및 도 1b에 도시된 실시예의 각 액체 통로는 액체 통로들(30, 20)의 조합으로 형성된다. 도 1a 및 도 1b에 도시된 실시예에서, 서브통로(30)가 경사진 에지부(62)의 지점(32)에서부터 핀틀 밸브 시트(46)의 지점(36)까지 노즐 몸체(10)에 홀을 드릴링하는 것에 의해 형성된다. 그런 다음 부분(34)은 플러그된다. 서브통로(20)는 교차 지점(22)에서 서브통로(30)와 교차하는 홀을 지점(10)에서부터 만입부(7)에 드릴링하는 것에 의해 형성된다.

[0045] 오리피스(10)들은 개구의 직경을 서브통로(20)의 내경보다 작게 좁히는 인서트(insert)(11)를 구비한다. 이는 오리피스 크기가 본 발명의 노즐의 분무의 형상 및 다른 특징에 영향을 미치는, 액체의 점성, 압력, 속도(예컨대, 기관 rpm)와 같은, 여러 가지 인자들에 따라 조정될 것이기 때문에 특히 바람직하다. 오리피스 크기가 각기 다른 목적에 맞추어 조정될 수 있지만, 노즐 블랭크에 홀들을 드릴링하는 데에는 실제적인 한계가 있다. 500마이크론 미만의 홀들을 드릴링하는 데에는 매우 많은 비용이 소요되며, 이는 대량 생산 품목에 대해서는 바람직하지 않다. 따라서 제작에 소요되는 비용이 저렴한 직경이 더 큰 통로가 만들어질 수 있지만, 노즐의 특정 용도에 따라서는 오리피스의 직경은 훨씬 더 작을 수 있고, 이는 실질적으로, 전체 통로가 해당 직경으로 만들어질 경우 매우 많은 비용이 소요될 정도로 작은 직경일 수 있다.

[0046] 핀틀은 분사기의 슬리브 내의 왕복 샤프트이다. 노즐에 있는 핀틀 밸브(42)의 단부는 핀틀 볼이라고 하는 둥근 구근형 부분(rounded bulbous portion)이다. 초기 위치에서, 핀틀 볼은 밸브 시트(46)에 밀착된다. 핀틀 볼이 밸브 시트(46)에 밀착되어 있으면, 액체는 유출 통로(30)들로 전혀 유동할 수 없고, 액체는 노즐 외부로 전혀

유출되지 않는다. 핀틀 볼(42)이 솔레노이드 또는 압전 메커니즘에 의해 개방 위치(도 1b)로 이동되면, 가압된 액체가 도 1a에서 48로 확장된 공간을 통해 유출 통로(30)로 유동하여 제트 오리피스(11)들에서 노즐 외부로 유출된다.

[0047] 벨브 시트(46)와 핀틀 볼(42)은 '색(sac)' 용적부(108)를 확장하는데, 이는 유출 통로(30)들을 위한 적절한 진입 조건들에 따라 가능한 한 작아야 한다. 유출 통로(30)들 각각은 제1 단부에서 '색' 용적부(108)와 액체 연통되고, 제2 단부에 있는 오리피스 배출구에서 종료된다. 유출 통로(21)는 분사기의 중심축선(라인 3)을 따라 안내되는 단일의 중앙 제트를 형성하고, 유출 통로(20)들은 끼인 충돌각이 2θ 인 경사 제트들을 형성한다. 2θ 의 각은 약 30° 내지 180° 의 각으로 고정될 수 있다. 통로(20)들 및 통로(21)의 단부에 있는 오리피스들로부터 유출되는 다수의 제트들은 단일의 초점(즉, 충돌 지점)(2)으로 안내되어 충돌한다.

[0048] 도 2는 도 1a의 분사기 스프레이 팁 쪽 단부를 바라보게 도시한 도면이다. 분사기 몸체 외벽(62), 경사진 예지부(64), 바닥면(66) 및 만입부(7)(도면에는 오목부로 도시되어 있음)를 확장하는 링(8)이 도시되어 있다. 중앙 오리피스(21)가 도시되어 있고, 또한 3개의 방사상 오리피스(20)들이 도시되어 있다. 오리피스(20)들의 평면에서 각 오리피스 간의 각도는 ψ 이다. 도 2에 예시적으로 도시된 바와 같이, 방사상 오리피스(20)들은 120° 의 등각으로 이격되어 있다. 치수 r 은 오리피스(20)들의 중심들의 평면에서 방사상 오리피스들의 중심축선까지의 거리를 확장한다. 도면에 도시된 바와 같이, 중심축선을 따르는 오리피스가 있지만, 본 발명에서 중앙 오리피스는 선택적인 것이다.

[0049] 도 1a와 도 1b를 참조하면, $R=r/\sin\theta$ 이므로, 거리(R)를 변화시키는 것에 의해 각도(θ)가 변화될 수 있다. 일정한 R 에 대해 r 이 짧고 중심축선에 더 가까우면, θ 는 더 작을 것이다. 대안적으로, 일정한 r 에 대해서는, R 이 클수록 θ 는 더 작을 것이고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다. 최소 끼인각 2θ 는 약 30° 일 것이다. r 을 길게 하고 통로(20)를 가능한 한 만입부의 면과 직교하도록 드릴링하는 것에 의해, 끼인각 2θ 는 180° 에 도달할 수 있다. 일 실시예에서, 끼인각 2θ 는 180° 이다.

[0050] 대안적인 실시예(미도시)에서, 유출 통로(20)들은 각기 다른 초점들에서 충돌하도록 경사질 수 있고, 이에 따라 2개의 서로 다른 충돌 지점들을 발생시킬 수 있다.

[0051] 다른 실시예에서, 방사상 오리피스들로 이루어진 2개(또는 그 이상)의 링들이 구비될 수 있는데, 제1 세트의 오리피스들은 특정의 r 치수를 가지고 제2 세트의 오리피스들은 다른 r 치수를 가지며, 오리피스들 전부는 단일 초점에 조준된다. 도 3은 본 발명에서 사용될 수 있는 오리피스들의 여러 가지 비제한적인 패턴들을 나타낸다.

[0052] 본 발명의 분사기는 탄화수소 연료, 물, 수용액 또는 이들의 혼합물을 기관의 연소 챔버에 직접 또는 기관의 흡기 트레인(흡기 매니폴드, 포트 분사라고도 함)에 또는 기관의 배기 트레인(배기 매니폴드)에 분사하기 위해 사용될 수 있다.

[0053] 본 발명의 분사기의 액체에 가해지는 압력은 기관 내의 분사기의 위치와 액체의 종류에 따라 변화된다. 유체를 흡기 매니폴드에 분사하도록 위치된 분사기를 이용한 포트 분사 용도로는 압력이 4 내지 5바일 수 있다. 그러나 본 발명의 분사기를 구비한 포트 분사에는 훨씬 높은 압력, 최고 250바의 압력이 사용될 수 있다. 실린더의 연소 챔버에 직접 분사하도록 각 실린더 상에 위치된 분사기를 이용한 직접 분사 용도로는 가솔린 기관에 대해서는 압력이 약 100바 내지 약 250바이다. 압축 착화 기관(디젤 기관)에 사용되는 디젤 연료에 대해서는, 압력은 약 250바 내지 초고압 기관에서는 약 2500바이다. 어떤 실시예들에서는, 통상의 연료 분사기에서 일반적인 것보다 효과적인 분무를 달성하도록 더 낮은 압력을 사용할 수 있다.

[0054] 분무 형태의 액체를 생성하기 위하여, 본 발명의 분사기는 예를 들어 오리피스 직경, 충돌 속도, 액체 압력, 충돌각 및 충돌 길이를 포함하는 몇 개의 파라미터들을 제어하도록 구성된다. 제어되는 파라미터들의 값들은, 충돌 지점에서 액체를 무화시키고 부분적으로 증발시키기에 충분한 에너지를 발생시키기 위하여, 분사되는 개별 액체에 기초하여 선택된다. 하기의 설명과 참고 도면들은 본 발명을 구성하는 데 필요한 여러 가지 파라미터들의 값 선택에 대한 세부 사항들을 제공한다.

[0055] 공기, 가스, 물 또는 액체 연료와 같은 압축된 유체는 비 잠재 에너지(specific potential energy, SPE)를 가지는데, $SPE=\Delta P/\rho$ (ΔP 는 연료 노즐을 통과할 때의 압력 강하(kN/m^2)이고, ρ 는 유체 밀도(kg/m^3))이다. 이에 따라 $SPE=\Delta P/\rho=\text{kJ/kg}$ 이다. 따라서 압력차가 300바이고 밀도가 1000kg/m^3 인 물에 대해, SPE는 30kJ/kg 이다. 이 경우, 이상적으로 팽창되면, 제트 속도는 $v=(2\Delta P/\rho)^{1/2}=(60000)^{1/2}=245\text{m/s}$ 가된다.

[0056] 이러한 제트들이 2개 이상 충돌하면, 작은 고압 정체 회복(stagnation recovery) 영역들(stagnation)(50% 회복

울에서 약 150바)이 생성되고, 충돌 에너지의 작은 일부분에 의해 제트의 액체의 작은 부분이 증발하여, 전단 붕괴 메커니즘 및 난류 붕괴 메커니즘에 더하여, 매우 강력한 추가 붕괴 메커니즘이 생성될 것이다. 잠열이 가장 큰 물과 비교하여, 가솔린 또는 디젤과 같은 다른 액체 연료들은 압력이 매우 낮고 오리피스 직경이 클 때 무화가 상당히 개선되는 것으로 나타날 것이다.

[0057] 통상의 분사기들, 특히 직접 분사기들을 빠져나가는 액체 제트들의 속도들이 피스톤의 속도보다 그 정도 (magnitude)가 더 크다는 점에 유의하는 것이 중요하다. 이는 하사점(BDC)에서 분사가 일어나더라도 액체 제트가 피스톤 면 또는, 만일 경사져 있다면 실린더 벽들에 부딪칠 것이라는 것을 의미한다. 또한, 그러한 제트들의 "액체 길이"가 일반적으로 피스톤의 스트로크 길이보다 길다는 점에 유의하는 것도 중요한데, 이에 의해 실린더 벽들 및/또는 피스톤 면에 액체가 부딪치는 것은 거의 확실하다. 이러한 부딪침은 바람직하지 않으며, 효율의 손실을 가져온다.

[0058] 본 발명은 2개 이상의 제트들을 특정 초점에서 충돌시키고, 제트들의 각도, 제트 내의 액체들의 직경, 제트에 가해지는 압력, 액체 제트들의 충돌 이전의 액체 길이 등과 같이 이전에는 고려되지 않았던 변수들을 고려하는 것에 의해, 액체 제트의 기화를 최대화하는 것을 지향한다. 이들 여러 가지 접근법들을 이하에서 설명한다.

[0059] 액체 길이("L")는 액체 제트가 액체들로 붕괴되기 시작하기 전까지 이동한 거리로 정해진다. 이는 도 4에 예시되어 있는데, 여기에는 가압된 액체의 제트 스트림이 다른 제트나 표면과의 충돌 없이 공기 전단력 및 기타 힘들에 의해 분해되는 동안 오리피스를 빠져나가는 모습이 개략적으로 도시되어 있다. 도 4에서, 유입구(201)를 통과하여 노즐 오리피스(202)로 강제 이송되는 가압된 액체는 제트 오리피스에서의 직경이 d_0 인 제트 스트림(203)을 생성한다. 액체 직경이 d_j 인 제트(203)는 부분(204)을 통과하여 지점(205)까지 가면서 점점 가늘어지며, 이 지점에서 제트가 근본적으로 붕괴되어 스프레이 플럼(206)이 형성된다. 치수(L)는 202에서 205까지의 거리이다. L_j 는 오리피스 배출구에서 지점(207)까지 연장하며, 이 지점에서 스프레이 콘의 직경(d_{spray})은 d_0 의 약 3 내지 5배이다.

[0060] 액체가 충돌 전에 이동해야 하는 거리가 짧을수록, 더 많은 운동 에너지가 더 강한 충돌을 위해 이용될 수 있기 때문에 더 많은 무화가 일어난다. 따라서 분사기 설계 프로세스는 전체 분사기 레이아웃과 관련하여 제트의 충돌 지점까지의 최적의 길이를 통합하는 기하학적 측면들을 고려해야만 한다.

[0061] 액체 길이는 다음의 식 $L/d/SM=m$ (상수)에 의해 수학적으로 정의될 수 있는데, 여기서 $SM=(v/\sigma)\times(2\Delta P\times\rho)^{1/2}$ 이고, d 는 오리피스 직경이다. 새로운 무차원수 SM은 계수이다. 대안적으로, 액체 길이(L)는 $L=m\times SM\times d$ 로 표현될 수 있다. 실제로, 중요한 특정 압력 범위에 대해서는 $L/d=(L/d)_0+m\times SM$ 이라는 더 일반적인 식이 사용될 수 있다. 여기서 $(L/d)_0$ 는 실험적으로 결정되는 상수이다.

[0062] 종래 기술에서의 실험 데이터에서 이용 가능한 바와 같이 상수(m)의 값이 $1/0.09157=10.921$ 과 같다고 가정하면, L/d 는 표 1의 마지막 칼럼에 지시된 바와 같이 SM을 통해 임의의 압력(ΔP)에 대해 추산될 수 있다. 그러나 실험에 의하면 이러한 분석은 매우 작은 값의 제트 속도 또는 압력차(ΔP)에 대해서만 유효한 것으로 나타났다. 더욱이, $m=10.921$ 로 예측된 값은 $\Delta P=1$ 바에 대해서는 너무 낮기 때문에, 상수(m)는 요구되는 제어 실험들에 의해 각 액체에 대해 결정되어야 한다.

[0063] 표 1: $L/d=m\times SM$ 모델에 의한 (L/d) 의 추산, $m=10.921$ 이고 $(L/d)_0=0$, $d_0=0.3$, $\Delta P=1.0$ 바, 결합수 $B_0=(\rho g d_j^2)/\sigma=0.0122<<1^*$

액체	$v \text{ (m2/s)}$ $\times 10^6$	$\sigma \text{ (kN/m)}$	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	$V_j \text{ (m/s)}$	$Oh \times 10^3$	Re	We	SM	L/d
디젤	3.50	28.9	15.52	15.52	1.179	1330. 5	2076.1	3.121	34.1
등유	1.30	24.3	16.20	16.01	0.181	3695. 3	2469.1	1.336	14.6
에탄올	1.48	22.5	15.93	15.93	0.256	3229. 3	2666.7	1.652	18.0
휘발유	0.80	22.0	16.22	16.22	0.074	6083. 3	2727.3	0.897	9.8
물	1.00	72.6	14.16	14.16	0.046	4246. 9	826.4	0.389	4.3

[0064]

[0065]

*는 중력 효과를 무시할 수 있음을 나타낸다.

[0066]

첫 번째 원리에 기초한 "제트 길이 모멘텀 모델(Jet Length Momentum Model)"이라는 이론에 의해 분열 이전의 액체 제트 길이 예측의 문제를 해결할 수 있다. 예비-분열 길이의 추산은 '액체 제트의 분열 조건'이 개념적으로 표현될 것을 요구한다. 도 4를 참조하면, d_0 는 오리피스 직경이고; A_0 는 오리피스를 통과할 때의 압력 강하이고; V_j 는 오리피스 배출구에서의 제트 속도 $[=(2\Delta P/\rho_L)^{1/2}]$ 이고; ρ 는 액체의 표면 장력(surface tension)이고; L 은 분열까지의 제트 길이이고; C_{dc} 는 축선 방향 유동에서의 실린더에 대한 표면 마찰 항력 계수이다.

[0067]

오리피스 배출구에서부터의 거리(x)에서의 길이가 dx 인 제트의 성분을 생각하자. 이 성분의 질량은 $m_e=A_0 \times \rho_L \times dx$ 이고 dx 을 통과할 때의 속도 변화는 dV 이다. 요소의 모멘텀 변화율($m_e \times dV/dt$)은 표면 장력힘(surface tension force)($\rho \times dx$) 및 공기역학 마찰력($\frac{1}{2} \rho_a \pi d_0 \times dx \times C_{dc} \times V^2$)에 의해 저항을 받는 유동 방향의 힘이다. 분열은 합쳐진 저항력이 구동 모멘텀력을 막 초과할 때의 제트 길이에서 일어나는 것으로 생각된다. 가속도(dV/dt)는 ($V \times dV/dx$)로 치환하고, 제트 속도(V)는 오리피스 배출구($x=0$)에서의 V_j 에서부터 분열 지점($x=L$)에서의 0까지 선형으로 변화하는 것, 즉 $V=V_j(1-x/L)$ 인 것으로 가정한다. 힘 평형 방정식 $[m_e \times dV/dt=(\sigma \times dx)+(\frac{1}{2} \rho_a \pi d_0 \times dx \times C_{dc} \times V^2)]$ 은 $A_0 \rho_L V dV = \sigma \times dx + (\frac{1}{2} \rho_a \pi d_0 \times C_{dc} \times V_j^2)(1-x/L)dx$ 의 형태를 취하는데, 이는 $x=0$ 에서의 $V=V_j$ 와 분열시의 $x=L$ 에서의 $V=0$ 이라는 경계 조건들 사이에서 통합되어 $A_0 \times \Delta P = \sigma L + \rho_a \pi d_0 \times C_{dc} \times (\Delta P / \rho_L) \times L/3$ 가 나올 수 있다.

[0068]

분열까지의 제트 길이의 최종 표현식은 $L=(A_0 \times \Delta P)/[\sigma + C \times d_0 \times \Delta P / \rho_L]$ 이고, 여기서 $C=(\rho_a \pi C_{dc}/3)$ 이다. C_{dc} 에 0.0까지에 대해서는 상술한 방정식은 $L=A_0 \times \Delta P / \sigma$ 로 단순화된다.

[0069]

물과 디젤과 같은 2개의 액체에 대해, 직경이 d_0 로 동일한 오리피스들을 이용하여 조작하면 분열까지의 제트 길이가 동일한 경우 공통 분사압(ΔP_c)($\Delta P_c=(\sigma_w - \sigma_D)(\rho_w \times \rho_D)/[C \times d_0 \times (\rho_w - \rho_D)]$)이 존재한다는 점에 주목하면 흥미롭다.

[0070]

실험/시험 데이터에 기초한 입력값인 표면 마찰 항력 계수(C_{dc})는 $C_{dc}=3 \times (\sigma_w - \sigma_D)(\rho_w \times \rho_D)/[\rho_a \pi \times d_0 \times \Delta P_c \times (\rho_w - \rho_D)]$ 에 기초하여 교차 검증되거나 혹은 독립적으로 추산될 수 있다.

[0071]

상술한 모델에 기초하여, $d_0=0.3\text{mm}$, C_{dc} 의 가정치들 및 압력(ΔP)들의 표본 범위에 대해 물과 디젤에 대한 계산이 행해진다. $\Delta P=1$ 내지 100바이고, $C_{dc}=0.0$, 0.005 및 0.1인 경우에 대한 예시적인 결과가 도 5a 내지 도 5c에 도시되어 있다.

[0072]

본 발명의 일 태양은, 충돌하는 제트가 액체 제트의 전방 침투를 거의 또는 완전히 감소시킬 것이고, 이에 의해 액체 또는 스프레이 플럼의 길이가 항상 스트로크 길이 또는 피스톤 면과 분사기 노즐 간의 거리보다 짧다는 데 있다. 본 발명의 태양은 또한, 제트들의 분열이 압력의 적용에 의해 액체에 부여되는, 충분한 운동 에너지가 액체 제트의 무화를 위해 안내되는 상태에서 분사기 가까이에서 일어난다는 데 있다.

[0073]

액체를 무화시키기 위해 요구되는 에너지는 액체의 표면 장력에 의해 결정된다. 무화를 달성하기 위해서는 액체의 이동 방향으로부터 멀어지는 표면 장력보다 큰 힘이 가해져야만 한다. 무화를 위해 요구되는 에너지 또는 일

(W)은 $W = \sigma \times \Delta A$ 에 의해 정해지며, 여기서, σ 는 표면 장력이고 ΔA 는 무화로 인해 생성되는 면적이다. 제트의 비에너지는 이용 가능한 총 비에너지(TASE(total available specific energy))에 의해 정해지는데, $TASE = \Delta P / \rho$ 로 표현된다. 제트의 이동 방향으로부터 멀어지는 분열을 초래하는, 무화를 위해 사용되는 에너지는 $EOBU = (\Delta P / \rho) \sin^2 \theta$ 에 의해 정해지며, 여기서 θ 는, 제트와, 충돌 지점 및 플럼의 이동 방향 또는 분사기 몸체에 의해 형성되는 축선 사이의 각이다. 각(θ)이 작을수록, 제트들은 각이 큰 경우보다 더 먼 거리에서 만날 것이고, 이에 따라 무화를 달성하기 위해 요구되는 에너지나 압력이 더 클 것이다.

[0074] 에너지는 또한 제트의 속도를 이용하여 표현될 수 있다. 전파(propagation) 방향으로의 속도는 $V = (2\Delta P / \rho)^{1/2}$ 로 정해지며, 여기서 ρ 는 액체의 밀도이다. 초기 제트의 이론적인 속도는 상술한 식을 이용하여 계산될 수 있고, 충돌 이후의 제트들의 속도는 운동량 보존에 기초하여 계산될 수 있다. 또한, 충돌 이후의 무화는 난류 전단 및 항력과 관련된 식들을 이용하여 계산될 수 있다.

[0075] 본 발명의 태양은 직경이 5마이크론보다 작은 액적들, 다른 실시예에서는 1마이크론보다 작은 액적들을 생성하는 것이다. 솔리드한 액적들로부터 무화된 액적들의 면적(area) 및 단위 질량 또는 용적 당 액적들은, 이러한 무화를 발생시키는 데 요구되는 에너지와 함께, 상술한 식들을 이용하여 계산될 수 있다.

[0076] 따라서, 본 발명은 제트의 방향에서 벗어나는 데 이용될 수 있는 이론적인 에너지, 즉 EOBU가 5마이크론 미만의 액적들을 생성하는 데에 요구되는 분열 에너지보다 높은 지점에서 충돌하는 적어도 2개의 제트들을 이용하여 무화를 발생시킬 수 있으며, 액체에 가해지는 압력과, 제트와 충돌 지점 및 축선에 의해 형성되는 각도에 의해 식 $EOBU = (\Delta P / \rho) \sin^2 \theta = \sigma \times \Delta A$ 에 기초하여 계산되는 에너지의 양보다 큰 에너지가 발생된다. 다른 실시예에서, 본 발명은 제트의 방향에서 벗어나는 데 이용될 수 있는 이론적인 에너지, 즉 EOBU가 5마이크론 미만의 액적들을 생성하는 데에 요구되는 분열 에너지보다 높은 지점에서 충돌하는 적어도 3개의 제트들을 이용하여 무화를 발생시키며, 액체에 가해지는 압력과, 제트와 충돌 지점 및 축선에 의해 형성되는 각도에 의해 식 $EOBU = (\Delta P / \rho) \sin^2 \theta = \sigma \times \Delta A$ 에 기초하여 계산되는 에너지의 양보다 큰 에너지가 발생된다. 또 다른 실시예에서, 본 발명은 제트의 방향에서 벗어나는 데 이용될 수 있는 이론적인 에너지, 즉 EOBU가 1마이크론 미만의 액적들을 생성하는 데에 요구되는 분열 에너지보다 높은 지점에서 충돌하는 적어도 2개의 제트들을 이용하여 무화를 발생시킬 수 있으며, 제트와 충돌 지점 및 축선에 의해 형성되는 각도에 의해 식 $EOBU = (\Delta P / \rho) \sin^2 \theta = \sigma \times \Delta A$ 에 기초하여 계산되는 에너지의 양보다 큰 에너지가 발생된다. 다른 실시예에서, 본 발명은 제트의 방향에서 벗어나는 데 이용될 수 있는 이론적인 에너지, 즉 EOBU가 1마이크론 미만의 액적들을 생성하는 데에 요구되는 분열 에너지보다 높은 지점에서 충돌하는 적어도 3개의 제트들을 이용하여 무화를 발생시키며, 제트와 충돌 지점 및 축선에 의해 형성되는 각도에 의해 식 $EOBU = (\Delta P / \rho) \sin^2 \theta = \sigma \times \Delta A$ 에 기초하여 계산되는 에너지의 양보다 큰 에너지가 발생된다. 도 10은 등고선 지도이다.

[0077] 1mL의 액체가 무화되어 직경이 $D(\mu m)$ 인 액적들을 생성하면, 무화로 인해 $\Delta A = 6/D(m^2)$ 인 영역이 생성된다. 표면 장력을 극복하는 데 필요한 에너지는 $6\sigma/D(J)$ 일 것이며, 여기서 표면 장력(σ)은 N/m이다. 1mL의, 가솔린, 디젤, 알콜 또는 물과 같은, 여러 가지 액체들에 요구되는 에너지들(EOBU)은 추산되어 하기의 표 3에 제공되어 있다.

[0078] 표 2는 이 액체들의 물성을 나타내며, 표 3은 무화로 인해 직경이 $D(\mu m)$ 인 액적들이 생성될 때의 액체의 mL 당 EOBU를 나타낸다. 1그램의 액체를 완전히 기화시키기 위해 요구되는 에너지(EOBU) 또한 표 3에 나타나 있다. 0.4 내지 4000바까지의 여러 분사 압력들에서 이용 가능한 총 비에너지는 표 4에 나타나 있다. 표 5(a) 및 표 5(b)는 각각 분열(즉, 무화) 및 기화를 위한 충분한 에너지를 제공하기 위하여 30 내지 90도까지의 여러 충돌각들에서 요구되는 분사압을 나타낸다.

[0079] 표 2: 액체 물성들: v 는 동 점성률이고; σ 는 표면 장력이고; ρ 는 유체 밀도임

액체	$v (x10^6)$	$\sigma (x10^3)$	ρ	h_{fg}	C_p	BP
단위	m^2/s	N/m	kg/m^3	kJ/Kg	kJ/kg/K	$^{\circ}C$
디젤	3.50	28.9	830	418.7	1.80	188-340
에탄올	1.48	22.5	788	1658.1	1.549	78
휘발유	0.80	22.0	760	628.1	2.010	27-225
물	1.00	72.6	998	2257.4	4.187	100

[0080]

[0081] 표 3: 선택된 액체들에 대한 분열 및 기화 비에너지

액체	EOBU(J/mL) D=5 μ m	EOBU(J/mL) D=1 μ m	EOBU(J/mL) D=0.1 μ m	EOEV(J/gm)
디젤	0.0347	0.1734	1.734	730.1
에탄올	0.027	0.135	1.35	1755.7
휘발유	0.0264	0.132	1.32	652.2
물	0.0871	0.4356	4.356	2613.3

[0082]

[0083] 표 4: 여러 압력들에서 이용 가능한 총 비에너지(TASE)(J/gm)

ΔP	디젤	에탄올	휘발유	물
0.4	48.2	50.8	52.6	40.1
4.0	481.9	507.6	526.3	400.8
40.0	4819.3	5076.1	5263.2	4008.0
400.0	48192.8	50761.4	52631.6	40080.2
4000.0	481927.7	507614.2	526515.8	400801.6

[0084]

[0085] 표 5(a): 여러 충돌각(θ)들에서 표면 장력을 극복하기 위해 요구되는 차압(ΔP)

θ	디젤	에탄올	휘발유	물
30	7.668	5.970	5.831	19.263
40	4.640	3.612	3.532	11.656
50	3.267	2.543	2.487	8.207
60	2.556	1.990	1.946	6.421
70	2.171	1.690	1.653	5.454
80	1.977	1.539	1.505	4.966
90	1.917	1.493	1.460	4.817

[0086]

[0087] 표 5(b): 여러 충돌각(θ)들에서 1gm을 기화시키기 위해 요구되는 차압(ΔP)

θ	디젤	에탄올	휘발유	물
30	26858.0	61317.8	21969.5	115593.1
40	16250.9	37101.5	13293.1	69941.8
50	11442.1	26122.7	9359.5	49245.2
60	8952.7	20439.2	7323.2	38531.0
70	7604.0	17360.2	6220.0	32726.5
80	6923.3	15806.0	5663.1	29796.7
90	6715.6	15331.8	5493.2	28902.8

[0088]

[0089] 상기 표들의 데이터로부터, 특정 액체에 대해, 제트들의 수, 분사압 및 충돌각은 무화 요건, 플럼의 형상, 크기 및 방향을 충족시키도록 선택되어야 한다는 것을 명확하게 알 수 있다.

[0090] 노즐로부터 빠져 나오는 액체 제트의 이론적인 속도를 상기 표들에 표시된 압력을 통해 올바르게 추산하는 것이 중요하다.

[0091] 본 발명에서, 충돌 지점은 가능한 한 오리피스 배출구에 가깝지만, 역충격은 방지되어야만 한다. 또한, 충돌 제트 길이는 노즐을 빠져 나오는 제트의 액체 길이(L)보다 짧다. 오리피스들의 중심들을 포함하는 평면 내의 원의 직경이 D_{oc} 이고 제트 축선과 분사기 몸체의 축선 간의 각도가 θ 라면, 충돌 길이(L_c)는 $L_c=D_{oc}/2\sin\theta$ 로 정해진다. 충돌 지점은 오리피스 배출구로부터 $3D_{oc}$ 를 넘어가지 않는다. 다른 실시예에서, 거리는 $2D_{oc}$ 미만이다. 달리 말하면, 충돌 지점이 오리피스로부터 오리피스들과 교차하는 원의 직경 또는 가장 멀리 떨어진 두 오리피스들 간의 거리보다 짧은 거리에 있다는 것이다.

[0092] 액체가 충돌 전에 이동해야 하는 거리가 짧을수록, 더 많은 운동 에너지가 더 강한 충돌을 위해 이용될 수 있기 때문에 무화 효과는 더 크다.

[0093] 도 5a, 도 5b 및 도 5c는 각각 1 내지 100바까지의 압력 강하의 변화에 대해 물과 디젤에 대한 액체 제트 길이의 계산을 단지 예시적으로 보여준다. 임의의 오리피스 직경(50 내지 1000 μ m)에 대해 액체 제트 길이들이 $L \approx d_{o2}$ 의 관계로부터 계산될 수 있다.

[0094] 본 발명은 기관에 대한 연료 또는 물 분사에 있어 종래 기술의 방법에 비해 우수한 무화를 제공한다. 특히, 본

발명에 따른 노즐 내의 액체 통로 구성에 의해 제공되는 제트들의 내측을 향하는 예리한 각도가, 분사기 몸체에 매우 근접한 매우 효과적인 무화를 제공하고 또한 액체 스트림이 기관 내부의 솔리드한 표면들을 충격하고 이에 따라 오일을 씻어내어 비효율적인 연소를 초래하는 것을 방지하는, 종래 기술에 비해 실질적으로 개선된 점이다. 이는 상사점(TDC)에 가까운 분사 시기 조절이 중요하고 상사점에서의 헤드 공간이 매우 작은 현대의 고압축 기관들에서 특히 중요하다.

[0095] 일 실시예에서, 무화는 액체의 공기예의 미세하고 균일한 현탁(또는 분사된 물 또는 연료의 실질적인 기화) 및 내연 기관에서 가능한 상사점, 또는 회전식 기관의 경우에는 내사점(inner-dead-space(IDC)), 가까이에서의 완전 연소를 야기한다. 충분한 압력이 가해지면, 상당량의 액체, 연료, 또는 물 또는 이들의 혼합물(물 또는 연료 또는 이들의 혼합물 내에 용액 또는 고형물을 포함함)이 거의 순식간에 기화될 것이다.

[0096] 왕복식 및 회전식 내연 기관에 유용한 본 발명의 액체 분사기는 왕복식 기관으로 분사되는 유체(예를 들어, 액체 연료)의 양 및/또는 분사 시기를 제어하기 위한, 핀틀 밸브와 같은, 계량 기구, 또는 회전식 기관을 위한 연속 유체 제어 시스템을 구비한다.

[0097] 본 발명은 내연 기관에서 연료 또는 물 분사를 위한 종래 기술 방법에 비해 우수한 무화를 제공한다. 특히, 노즐 내의 액체 통로 구성에 의해 제공되는 제트들의 내측을 향하는 예리한 각도($2\theta \geq 90^\circ$)가 종래 기술에 비해 실질적으로 개선된 점이며, 분사기 몸체에 매우 근접한 매우 효과적인 무화를 제공하고, 또한 액체 스트림이 기관 내부의 솔리드한 표면들을 충격하고 이에 따라 오일을 씻어내어 비효율적인 연소를 초래하는 것을 방지한다. 따라서, 분사기 설계 프로세스는 전체 분사기 레이아웃과 관련하여 제트의 충돌 지점까지의 최적의 길이를 통합하는 기하학적 측면들을 고려해야만 한다.

[0098] 스프레이 플럼의 기하학적 형상은 보다 나은 혼합을 위해 가스 공간 형상과 적절하게 부합될 수 있다. 스프레이 플럼은, 액체 연료에 대해서는 금속재 내부벽을 충격하지 않도록 구성되지만, 물 분사 용도의 경우에는 윤활이 안 된 고온의 표면을 충격하도록 구성될 수 있다.

[0099] 도 6a 내지 도 6e는 본 발명의 일 실시예를 제조하는 단계들을 도시하고 있다. 도 6a에서, 다수의 제1 액체 통로(406, 408)가 외부 표면(410)으로부터 분사기 몸체에 천공 또는 드릴링되고 핀틀 밸브(404)에서 종료되도록 경사진다. 제1 액체 통로(408)는 분사기 몸체의 중심축선을 따라 위치되고, 제1 액체 통로(406)는 분사기 몸체의 주변을 따라 배치된다.

[0100] 도 6c에 도시된 바와 같이, 제2 세트의 액체 통로(412)가 분사기 몸체의 외부 표면(410)을 통해 제1 액체 통로(406)들의 양단으로부터 먼 교차 지점(414)에서 제1 액체 통로(406)들과 교차하는 각도로 천공된다.

[0101] 도 6c에 도시된 바와 같이, 제1 액체 통로(406)들의, 415로 지시된, 외부 표면(410)과 교차 지점(414) 사이의 부분이 밀폐된다. 완성된 본 발명의 분사기는 핀틀 밸브(404)와 제2 액체 통로(412)들의 말단부에 형성되는 오리피스들 사이에 형성되는 유체 경로를 구비한다.

[0102] 도 6d에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예는, 분사기 몸체(402)와 별도로 형성되는, 밸브(404)를 위한 밸브 시트(403)를 구비하여 제작될 수 있다. 본 실시예의 밸브 시트(403)는 밸브 시트(403)가 분사기 몸체(402)에 삽입되기 전에 밸브 시트를 관통하여 드릴링된 통로(406)들을 구비한다. 또한 관통 통로(412)도 밸브 시트(403)를 분사기 몸체(402)에 삽입하기 전에 분사기 몸체(402)에 형성된다. 밸브 시트(403)와 분사기 몸체(402)가 결합되면, 도 6d에 도시된 것처럼 관통 통로(406)들은 관통 통로(412)들과 정렬된다.

[0103] 도 6c에 도시된 교차 지점(414)의 확대도가 도 6e의 (a)와 (b)에 도시되어 있다. 도 6e의 (a)에 도시된 것처럼, 통로(406)들은 직경이 d_i 이고; 통로(412)들은 직경이 d_o 이고; 플러그된 통로 부분은 직경이 d_c 로 확대되어 있고 플러그(P)의 삽입에 의해 길이가 l_c 인 정지 챔버(settling chamber)를 형성하고; 이는 오리피스 통로(412)들의 유동 용량을 증가시키는데 도움이 된다. 직경(d_c)은 d_i 의 5배이고, $l_c \approx d_c$ 이다. 도 6e의 (b)에 도시된 것처럼, 다른 실시예에서 플러그(P')는 유동 용량을 증가시키기 위해 챔퍼링될 수 있다. 정지 챔버(SC)의 유체 속도는 약 5배 감소되고, 압력은 그 제공비로 증가된다. 이에 의해 오리피스 통로(412)들을 통과하는 액체 유동이 상당히 개선된다.

[0104] 본 발명의 실시예에서, 오리피스들이 제트의 개구를 서브통로(도 1의 참조 부호 11)의 내경보다 작은 직경으로 좁히는 인서트를 구비할 수 있다. 이는, 본 발명의 노즐의 무화의 형상과 기타 특징들에 영향을 미치는 액체의 점성, 압력, 속도(예컨대, 기관의 rpm)와 같은 여러 가지 인자들에 따라 오리피스 크기가 조정될 수 있기 때문

에 특히 바람직하다.

[0105] 오리피스 크기가 각기 다른 목적에 맞추어 조정될 수 있지만, 노즐 블랭크에 홀들을 드릴링하는 데 실제적인 한계가 있다. 500마이크론 미만의 홀들(예를 들어, 통로들(20, 30))을 드릴링하는 것은 매우 많은 비용이 소요되며, 이는 대량 생산 품목에 대해서는 바람직하지 않다. 따라서 제작에 소요되는 비용이 저렴한 직경이 더 큰 통로가 만들어질 수 있지만, 노즐의 특정 용도에 따라서는 오리피스의 직경은 훨씬 더 작을 수 있고, 이는 실질적으로, 전체 통로가 해당 직경으로 만들어질 경우 매우 많은 비용이 소요될 정도로 작은 직경일 수 있다. 일 실시예에서, 노즐은 단일의 고체 금속(unitary solid metal)으로 이루어질 수 있다.

[0106] 본 발명에서 "단일의 고체 금속"이란 용어는 상술한 노즐이 단일체 금속으로 제작될 수 있다는 의미를 포함하고 있다. 예를 들어, 노즐은 기관 연소 챔버의 온도와 압력을 충분히 견딜 수 있는 단일 블록의 스테인리스 스틸로 제작될 수 있다.

[0107] 예

[0108] 예 1

[0109] 다음은, 예를 들어 도면들에 도시된 것과 같은, 본 발명의 일 실시예에 따른 노즐의 파라미터들이다.

파라미터	단위	통상의 분사기 노즐	본 발명의 노즐(2 또는 3 제트 노즐)
노즐 외경	Mm	7.5 \pm 0.1	7.5 \pm 0.1
핀틀 볼 직경	mm	3	3
핀틀 볼 시트 직경	mm	1.5	1.5
노즐 솔더 - 시트 직경	mm	2.03	1.4
노즐 바닥면 직경	mm	3.755	3.947
시트 직경 - 오리피스 정점	mm	해당사항 없음	4.36
노즐 바닥면 - 정점	mm	1.397	1.3
노즐 소재		중탄소 캐스트 스테인리스 스틸	Stavax ESR(변형 420 스테인리스 스틸)

[0110]

[0111] 다음의 파라미터들은, 가솔린을 내연 기관의 실린더에 분사하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 본 발명 노즐의 3-제트 실시예에 관한 것이다.

파라미터	값	설명
노즐 오리피스 직경	$\Phi 0.205\text{mm}$	제트를 형성하는 배출구 오리피스의 직경
노즐 오리피스 길이	0.971mm	
오리피스 L/D	4.73	
노즐 콘 각도	90°	도 1의 2 θ
노즐 오리피스 수평각	120°	도 2의 ψ
중심으로부터의 노즐 거리	0.80mm	도 2 r
공급홀 직경	$\Phi 0.25\text{mm}$	
공급홀 길이	3.16mm	
공급홀 L/D	12.64	

[0112]

[0113] 이 분사기의 스프레이 패턴이 도 7의 (b)에 도시되어 있는데, 이는 도 7의 (a)에 도시된 유사한 통상의 분사기(보쉬 HDEV5 6홀 분사기)와 비교된다. 두 분사기들 모두 액체로 물을 사용하여 100바에서 4ms 동안 분사되었다. 통상의 분사기(7의 (a))는 본 발명의 분사기(도 7의 (b))보다 실질적으로 더 먼 거리에 대한 분사기로부터의 액체의 간섭 스프레이를 도시하고 있다. 액체의 무화 정도는 도 7의 (b)에서 훨씬 크고, 유동의 분열이 통상의 분사기보다 훨씬 짧은 거리에서 일어난다.

[0114] 예 2

[0115] 본 발명의 분사기들은 도 8a와 도 8b에 도시된 것처럼 기관 효율을 개선시키는 것으로 입증되었다. 도 8a는 1.6L 4실린더 디젤 기관에 대한 연료 유동 대 기관 부하를 그래프로 나타낸 것이다. "GDI"로 표시된 데이터는 통상의 직접 분사기의 데이터이다. "충돌 분사기"로 표시된 데이터는 본 발명의 3홀 충돌 제트 분사기의 것이다. 여러 가지 기관 부하들에서, 본 발명의 분사기가 통상의 분사기보다 16 내지 20%정도 더 낮은 연료 유동을 나타내는 것으로 판명되었다.

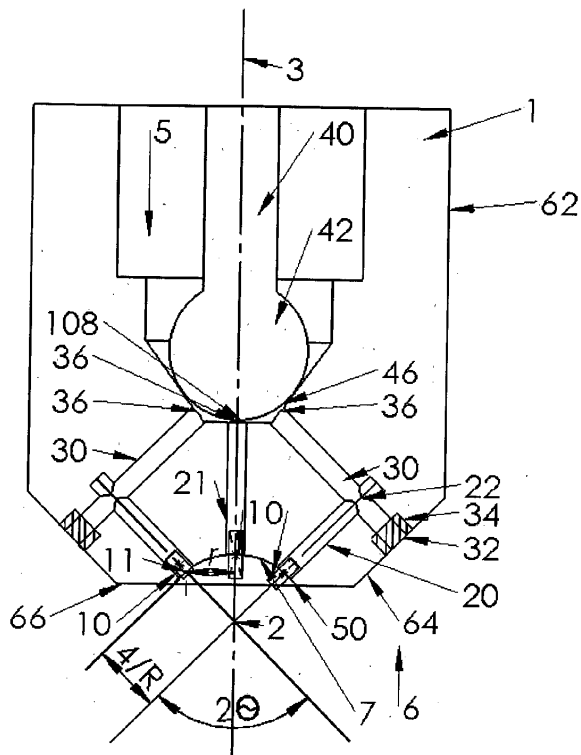
[0116] 개선된 성능에 대한 설명은 도 8b에 도시되어 있다. 도 8b는 도 8a에 도시된 것과 동일한 기관 부하 데이터에 대한 점화 개시(SOI, start of ignition)를 상사점 전의 각도(dBTDC, degree before top dead center)

로 나타낸다. 도 8b는 본 발명의 분사기("충돌 분사기"로 표시됨)에 의하면 사이클에서 점화 개시가 통상의 GDI 분사기보다 상당히 빨리 일어난다(예컨대, 기선 데이터 지점에서 31° 대 60°)는 것을 나타낸다. 또한 정규화된 평균 유효 압력(NMEP, normalized mean effective pressure)으로 측정된 기관 출력은 각 데이터 지점에 대해 통상의 분사기의 상응하는 데이터 지점보다 크다(예컨대, 기선 데이터 지점에서 255Kpa 대 215Kpa). 조기 점화는 연료가 더 완전 연소되게 하고, 이것으로 개선된 효율을 설명할 수 있다.

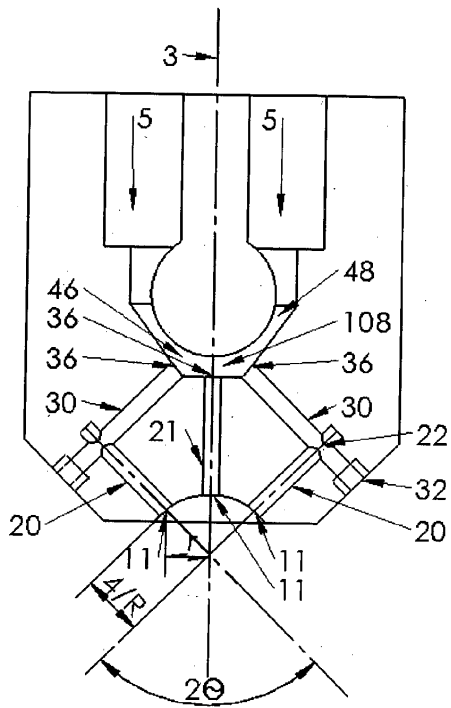
[0117] 또한, 이 데이터는, 본 발명의 분사기에 의해 야기되는 개선된 무화의 결과로서 점화 직전의 실린더 내의 연료의 표면적이 훨씬 커서 (적어도 디젤 기관에서의) 연료 점화가 사이클 내에서 훨씬 조기에 일어날 수 있으므로, 본 발명의 충돌 제트 분사기에 의하면 통상의 분사기와 비교하여 분사 시기를 조절하는 것이 중요할 수 있다는 점을 시사한다.

도면

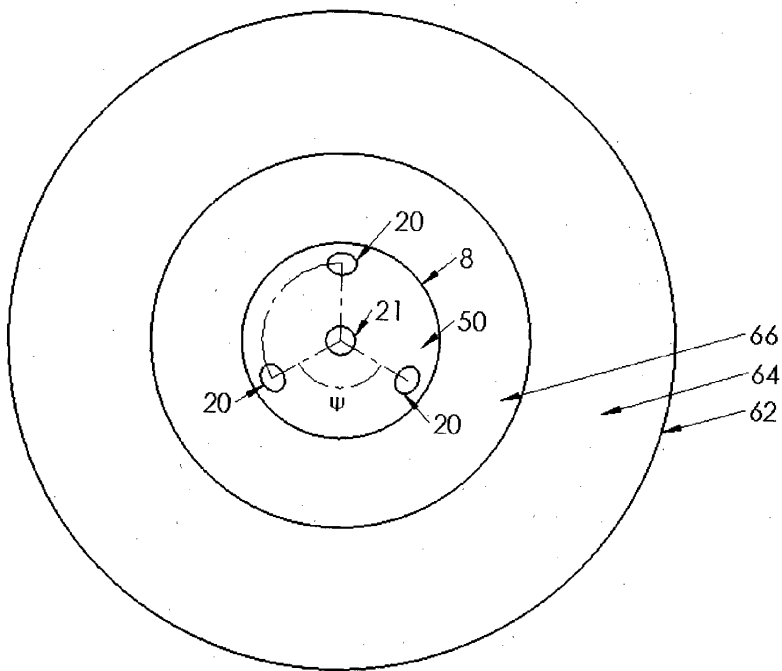
도면 1a



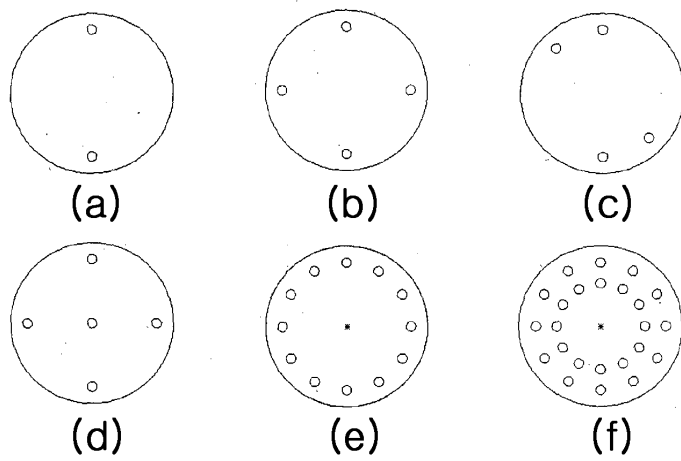
도면1b



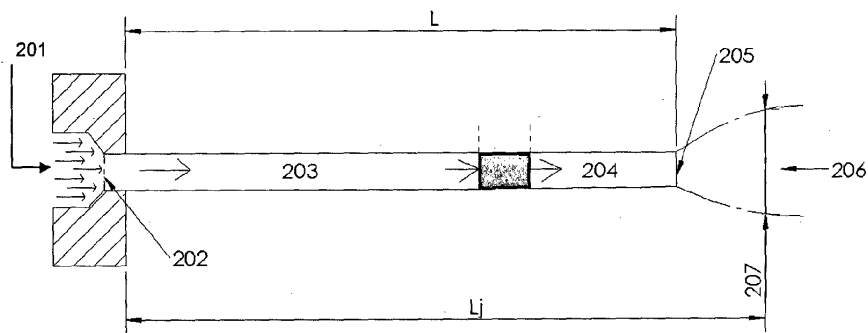
도면2



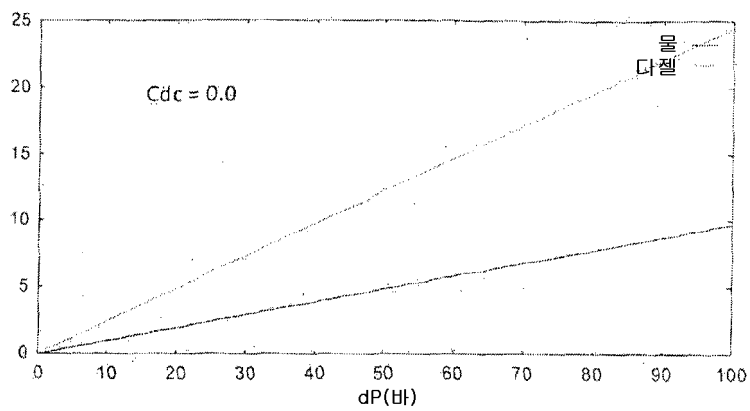
도면3



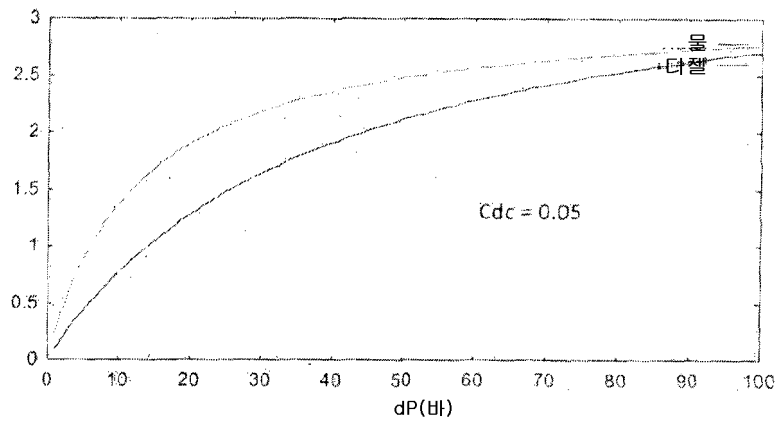
도면4



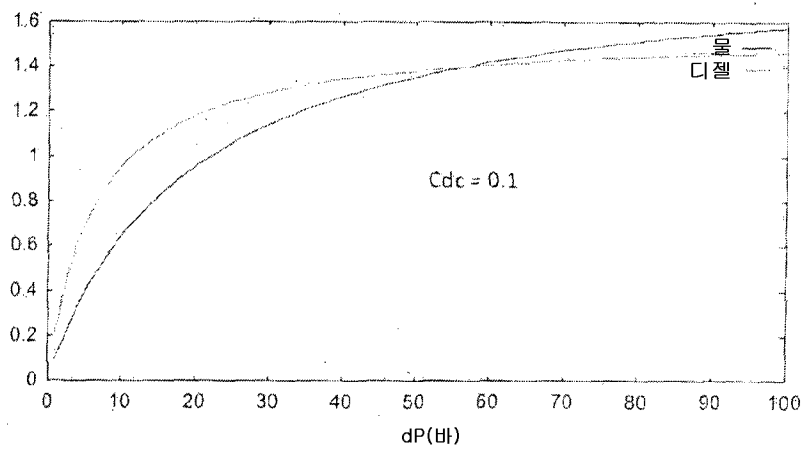
도면5a



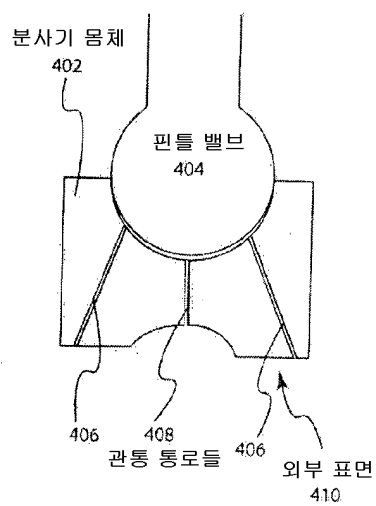
도면5b



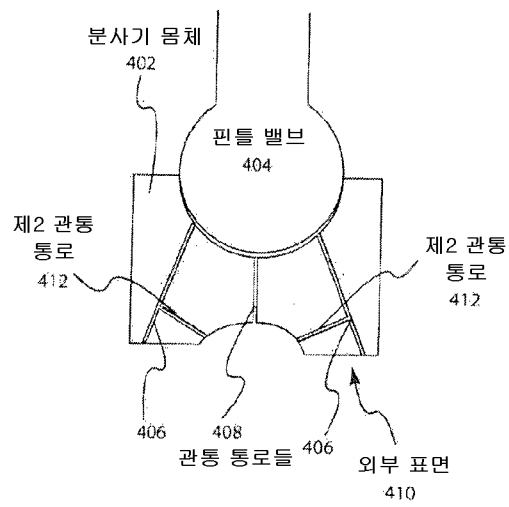
도면5c



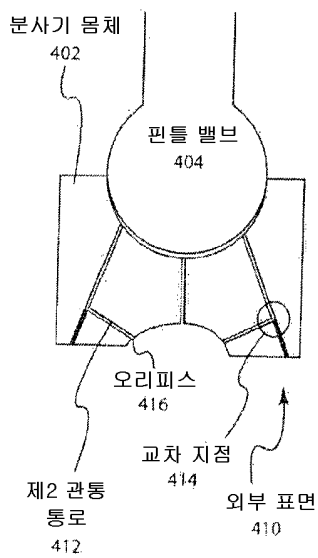
도면6a



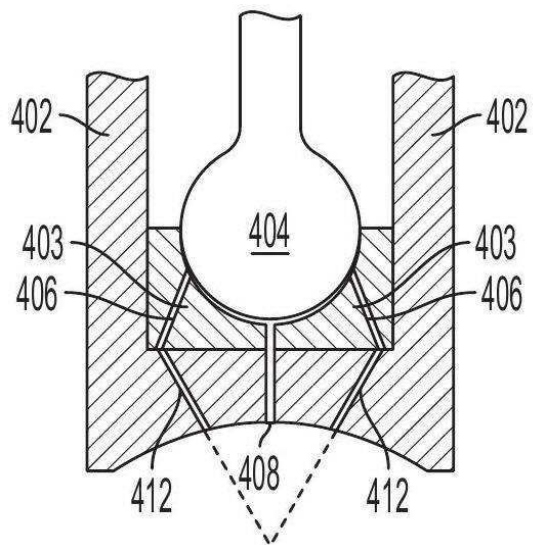
도면6b



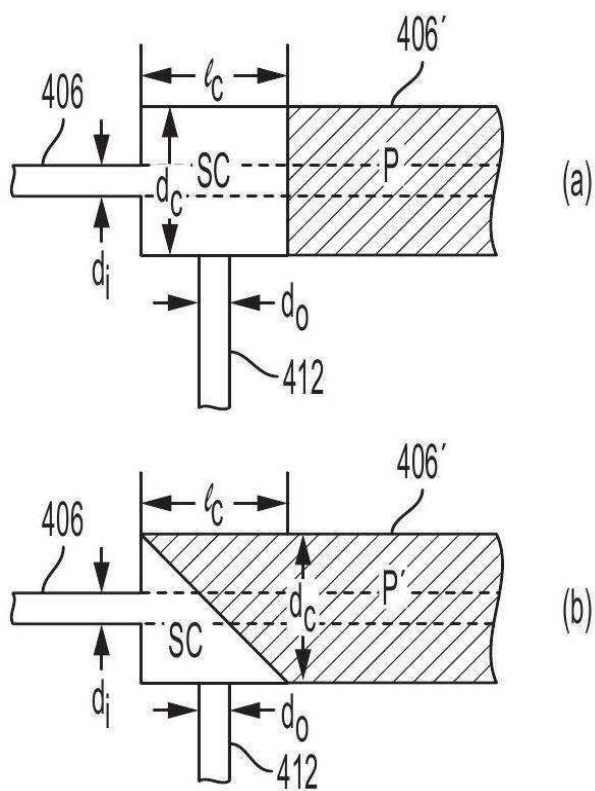
도면6c



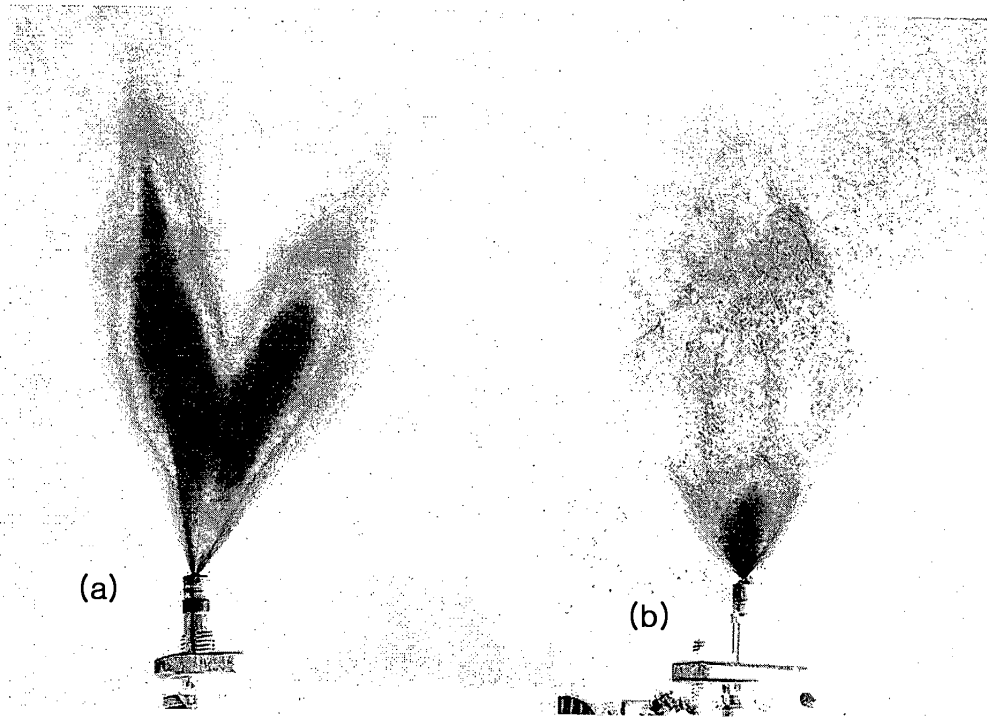
도면6d



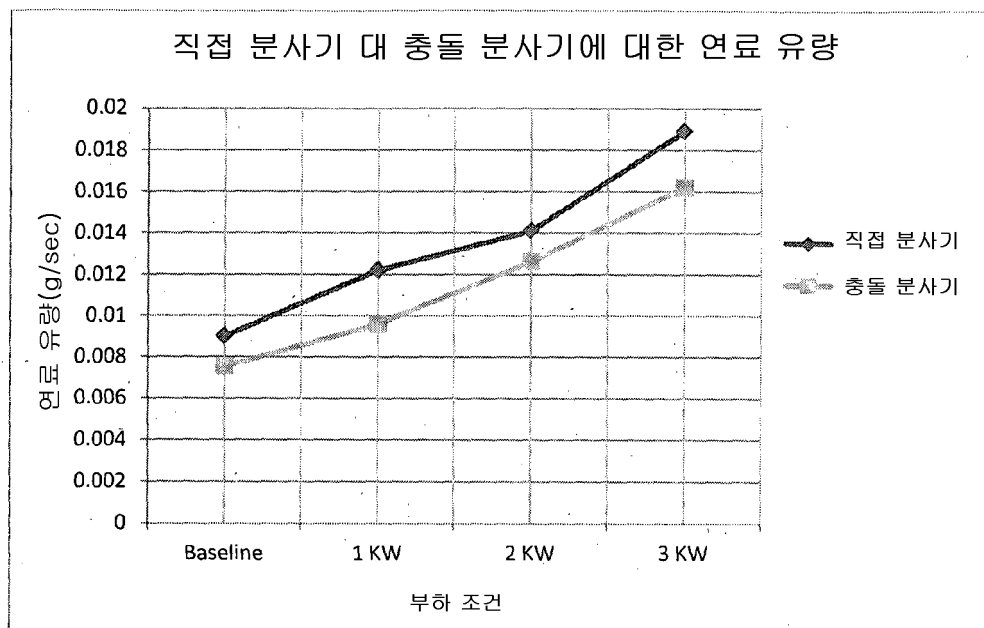
도면6e



도면7



도면8a



도면8b

