



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0093641
(43) 공개일자 2022년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64C 21/04 (2006.01) B64D 45/00 (2006.01)
F15D 1/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B64C 21/04 (2013.01)
B64D 45/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0184559
(22) 출원일자 2020년12월28일
심사청구일자 2020년12월28일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
신지철
울산광역시 울주군 범서읍 모두박길 9-1, 204
(74) 대리인
특허법인 제나

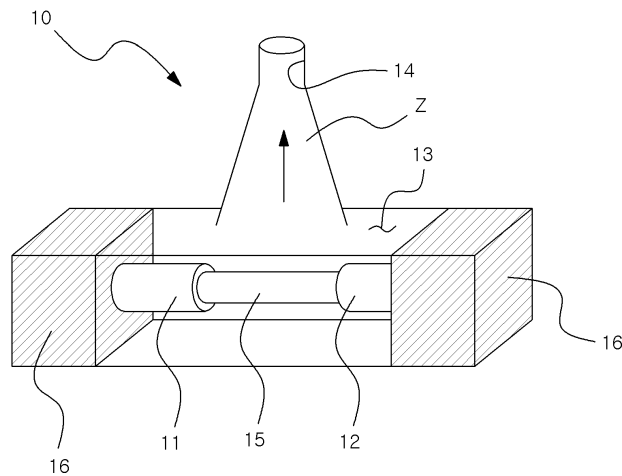
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 스파크 제트 액추에이터 및 이를 구비하는 비행체의 유동 제어 장치

(57) 요약

본 발명은 제1 및 제2 전극과; 상기 제1 및 제2 전극에 전압이 인가됨에 따라 스파크 플라즈마가 발생하는 공간을 제공하는 캐비티와; 상기 스파크 플라즈마에 의해 상기 캐비티 내의 기체 압력이 상승함에 따라 제트 기류를 외부로 방출시키기 위한 오리피스; 및 상기 캐비티 내에 배치되며, 상기 스파크 플라즈마에 의해 기화되어 상기 제트 기류의 추력을 증가시키는 고체 추진제;를 포함하는, 스파크 제트 액추에이터 및 이를 구비하는 비행체의 유동 제어 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

F15D 1/12 (2013.01)

B64C 2230/18 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 및 제2 전극;

상기 제1 및 제2 전극에 전압이 인가됨에 따라 스파크 플라즈마가 발생하는 공간을 제공하는 캐비티;

상기 스파크 플라즈마에 의해 상기 캐비티 내의 기체 압력이 상승함에 따라 제트 기류를 외부로 방출시키기 위한 오리피스; 및

상기 캐비티 내에 배치되며, 상기 스파크 플라즈마에 의해 기화되어 상기 제트 기류의 추력을 증가시키는 고체 추진제;를 포함하는, 스파크 제트 액추에이터.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 고체 추진제는,

상기 제1 및 제2 전극의 사이에 연결되도록 설치되는 추진제 로드와, 로드 양 끝단에 구비되는 제1 및 제2 전극을 포함하는, 스파크 제트 액추에이터.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 및 제2 전극은,

상기 캐비티를 형성하는 케이싱의 벽면으로부터 돌출된 형태를 갖는 것을 특징으로 하는, 스파크 제트 액추에이터.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 추진제 로드는,

상기 스파크 플라즈마와의 접촉 면적을 증가시킬 수 있도록 요철 형태의 외주면을 갖는 것을 특징으로 하는, 스파크 제트 액추에이터.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 고체 추진제는,

상기 캐비티를 형성하는 케이싱의 내벽에 도포되는 것을 특징으로 하는, 스파크 제트 액추에이터.

청구항 6

비행체의 표면 또는 공기 유로에 설치되며, 제트 기류를 발생시키는 하나 이상의 가속 스파크 제트 액추에이터; 및

상기 가속 스파크 제트 플라즈마 액추에이터에 제어 신호를 인가하는 제어부;를 포함하고,

상기 가속 스파크 제트 액추에이터는,

제1 및 제2 전극;

상기 제1 및 제2 전극에 전압이 인가됨에 따라 스파크 플라즈마가 발생하는 공간을 제공하는 캐비티;

상기 스파크 플라즈마에 의해 상기 캐비티 내의 공기 압력이 상승함에 따라 제트 기류를 외부로 방출시키기 위한 오리피스; 및

상기 캐비티 내에 배치되며, 상기 스파크 플라즈마에 의해 기화되어 상기 제트 기류의 추력을 증가시키는 고체 추진제;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 비행체의 유동 제어 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 가속 스파크 제트 액추에이터는 상기 비행체의 표면 또는 공기 유로 상에 복수로 설치되며, 상기 제어부에 의해 개별적으로 제어되는 것을 특징으로 하는, 비행체의 유동 제어 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 가속 스파크 제트 액추에이터의 구성 중 상기 고체 추진제를 제외한 구성을 갖는 일반 스파크 제트 액추에이터;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 비행체의 유동 제어 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제어부는,

일반 모드에서 상기 일반 스파크 제트 액추에이터를 작동시키고,

가속 모드에서 상기 가속 스파크 제트 액추에이터를 추가적으로 작동시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는, 비행체의 유동 제어 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 가속 스파크 제트 액추에이터와 상기 일반 스파크 제트 액추에이터는 상기 비행체의 표면 또는 공기 유로 상에 번갈아서 복수개로 설치되는 것을 특징으로 하는, 비행체의 유동 제어 장치.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 제어부는,

복수개의 상기 가속 스파크 제트 액추에이터 또는 상기 일반 스파크 제트 액추에이터가 배치된 복수개의 행, 열 또는 세트를 기설정된 시퀀스에 따라 작동시키는 것을 특징으로 하는, 비행체의 유동 제어 장치.

청구항 12

제6항에 있어서,

비행체의 표면 또는 공기 유로 상에 설치되며, 유체의 압력을 감지하기 위한 압력 센서;를 더 포함하고,

상기 제어부는 상기 압력 센서의 측정값을 근거로 상기 스파크 제트 액추에이터의 동작을 제어하는 것을 특징으로 하는, 비행체의 유동 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 비행체의 공력 성능을 개선하기 위한 능동 유동 제어 장치로 사용되는 스파크 제트 액추에이터 및 이를 구비하는 비행체의 유동 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 비행체의 유동 제어 장치는 비행체의 공력 성능을 개선하기 위해 비행체의 표면 혹은 내부에 설치되는 장치로서, 유동 박리 지연, 항력 감소, 양력 증대와 같은 목적으로 사용된다.
- [0004] 유동 제어 장치는 크게 수동 유동 제어 장치와 능동 유동 제어 장치로 구분된다. 수동 유동 제어 장치는 비행체 표면에 고정된 형태로 존재하여 주변 유동에 영속적인 교란을 주는 장치라는 점에 있어서 다양한 비행 환경에 대해 유연한 대처가 어렵다는 단점이 있다. 그러나 능동 유동 제어 장치는 특정 비행 환경에 국한되지 않고 상황에 따른 적절한 제어가 가능하다는 장점이 있다.
- [0005] 스파크 제트 액추에이터는 전기적인 신호에 의해 동작되는 플라즈마를 이용하기 때문에 능동 유동 제어 장치에 해당되며, 도 1과 같이, 제1 및 제2 전극(1, 2), 캐비티(cavity, 3) 및 오리피스(4)를 포함한다. (a)와 같이 캐비티(3) 내부에 위치한 제1 및 제2 전극(1, 2)의 양단에 충분한 전기 퍼텐셜을 인가하면 제1 및 제2 전극(1, 2)의 사이에서 방전이 일어나 스파크 플라즈마(P)가 형성된다. 그 후 (b)와 같이 스파크 플라즈마(P)의 줄 가열 에너지가 내부에너지를 증가시키고 내부 에너지가 운동 에너지로 변환되면서 플라즈마(P)와 인접한 주변 유동에 충격파를 전파하게 된다. 그리고 충격파로부터 유도된 충격파 후방 유동이 (c)와 같이 오리피스(4)를 통해 제트 기류(Z)의 형태로 외부로 분출되고 분출된 제트 기류(Z)의 모멘텀이 외부 유동을 제어하게 된다.
- [0006] 스파크 제트 액추에이터는 방전 에너지를 조절함으로써 제트의 강도를 제어할 수 있고 이에 따라 외부 유동에 주는 교란의 정도를 조절할 수 있기 때문에 비행 환경에 따른 능동적인 대처가 가능하며, 유압 탱크, 밸브 등과 같은 복잡한 장치가 요구되지 않아 구조적으로 단순하며 전기 신호를 통한 구동 방식으로 인해 제어 속도 및 응답 속도가 빠른 장점이 있다.
- [0007] 그러나, 도 1과 같은 구조의 스파크 액추에이터의 경우, 작동 주파수 또는 공급 전력량의 증가에 따라 캐비티(3)를 형성하는 케이싱(7)의 벽면 온도가 증가하게 되며, 이에 따라 캐비티(3) 내부의 공기 밀도가 점차 낮아지게 된다. 이와 같이 공기 밀도가 낮아짐에 따라 온도 상승 대비 압력 상승의 효과가 낮아지게 되면서, 생성된 제트의 모멘텀 향상에 한계가 발생한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 미국공개특허 제2004-0021041호 (2004.02.05.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 캐비티 내부의 기체 분자 밀도를 높임으로써 기존 대비 향상된 주력 성능을 갖는 스파크 제트 액추에이터 및 이를 구비하는 비행체의 유동 제어 장치를 제공하기 위한 것이다.
- [0011] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하

게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 전극과; 상기 제1 및 제2 전극에 전압이 인가됨에 따라 스파크 플라즈마가 발생하는 공간을 제공하는 캐비티와; 상기 스파크 플라즈마에 의해 상기 캐비티 내의 기체 압력이 상승함에 따라 제트 기류를 외부로 방출시키기 위한 오리피스; 및 상기 캐비티 내에 배치되며, 상기 스파크 플라즈마에 의해 기화되어 상기 제트 기류의 추력을 증가시키는 고체 추진제;를 포함하는, 스파크 제트 액추에이터가 개시된다.
- [0014] 또한, 상기 고체 추진제는, 상기 제1 및 제2 전극의 사이에 연결되도록 설치되는 추진제 로드와;의 형태를 가질 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 제1 및 제2 전극은, 상기 캐비티를 형성하는 케이싱의 벽면으로부터 돌출된 형태를 가질 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 추진제 로드는, 상기 스파크 플라즈마와의 접촉 면적을 증가시킬 수 있도록 요철 형태의 외주면을 가질 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 고체 추진제는, 상기 캐비티를 형성하는 케이싱의 내벽에 도포될 수 있다.
- [0018] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 비행체의 표면 또는 공기 유로에 설치되며, 제트 기류를 발생시키는 하나 이상의 가속 스파크 제트 액추에이터; 및 상기 가속 스파크 제트 플라즈마 액추에이터에 제어 신호를 인가하는 제어부;를 포함하고, 상기 가속 스파크 제트 액추에이터는, 제1 및 제2 전극과; 상기 제1 및 제2 전극에 전압이 인가됨에 따라 스파크 플라즈마가 발생하는 공간을 제공하는 캐비티와; 상기 스파크 플라즈마에 의해 상기 캐비티 내의 공기 압력이 상승함에 따라 제트 기류를 외부로 방출시키기 위한 오리피스; 및 상기 캐비티 내에 배치되며, 상기 스파크 플라즈마에 의해 기화되어 상기 제트 기류의 추력을 증가시키는 고체 추진제;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 비행체의 유동 제어 장치가 개시된다.
- [0019] 또한, 상기 가속 스파크 제트 액추에이터는 상기 비행체의 표면 또는 공기 유로 상에 복수로 설치되며, 상기 제어부에 의해 개별적으로 제어될 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 비행체의 유동 제어 장치는, 상기 가속 스파크 제트 액추에이터의 구성 중 상기 고체 추진제를 제외한 구성을 갖는 일반 스파크 제트 액추에이터;를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 제어부는, 일반 모드에서 상기 일반 스파크 제트 액추에이터를 작동시키고, 가속 모드에서 상기 가속 스파크 제트 액추에이터를 추가적으로 작동시키도록 구성될 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 가속 스파크 제트 액추에이터와 상기 일반 스파크 제트 액추에이터는 상기 비행체의 표면 또는 공기 유로 상에 번갈아서 복수개로 설치될 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 제어부는, 복수개의 상기 가속 스파크 제트 액추에이터 또는 상기 일반 스파크 제트 액추에이터가 배치된 복수개의 행, 열 또는 세트를 기설정된 시퀀스에 따라 작동시킬 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 비행체의 표면 또는 공기 유로 상에는 유체의 압력을 감지하기 위한 압력 센서;가 추가로 설치될 수 있으며, 상기 제어부는 상기 압력 센서의 측정값을 근거로 상기 스파크 제트 액추에이터의 동작을 제어하도록 구성 가능하다.

발명의 효과

- [0026] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 스파크 제트 액추에이터의 캐비티 내에 스파크 플라즈마에 의해 기화되는 고체 추진제를 추가로 설치함으로써 스파크 플라즈마의 발생에 따라 캐비티 내부의 기체 분자 밀도를 높여 제트의 추력 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0027] 또한, 고체 추진제를 제1 및 제2 전극의 사이에 연결된 추진제 로드와;의 형태로 형성함으로써 스파크 플라즈마의 발생과 동시에 고체 추진제를 신속히 기화시킬 수 있어 응답 속도를 향상시킬 수 있는 이점이 있다.
- [0028] 또한, 기존 구성의 일반 스파크 제트 액추에이터와 고체 추진제가 적용된 가속 스파크 제트 액추에이터를 함께

적용하고 이들을 개별적으로 제어함으로써, 일반 모드와 그보다 추력이 높은 가속 모드를 별도로 동작시킬 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 일반적인 형태의 스파크 제트 액추에이터의 개략도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스파크 제트 액추에이터의 개략도.
- 도 3은 도 2의 스파크 제트 액추에이터의 작동 상태를 상세히 나타낸 도면.
- 도 4는 도 2에 도시된 고체 추진제의 단면 형태를 예시한 도면.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 스파크 제트 액추에이터의 개략도.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 비행체의 유동 제어 장치의 구성을 나타낸 블록 다이어그램.
- 도 7은 일반 스파크 제트 액추에이터와 가속 스파크 제트 액추에이터의 배열을 예시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0032] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0033] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0034] 이하, 본 발명에 의한 스파크 제트 액추에이터 및 이를 구비하는 비행체의 유동 제어 장치에 대하여 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스파크 제트 액추에이터의 개략도이다.

[0036] 도 2와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 스파크 제트 액추에이터(10)는, 제1 전극(11), 제2 전극(12), 캐비티(13), 오리피스(14) 및 고체 추진제(15)를 포함한다.

[0037] 제1 및 제2 전극(11, 12)은 서로 마주보게 배치되며, 어느 하나는 양극(anode)의 극성을, 다른 하나는 음극(cathode)의 극성을 가질 수 있다. 제1 및 제2 전극(11, 12)에는 고압 고전류의 펄스 전원을 인가하기 위한 전원이 연결될 수 있다. 제1 및 제2 전극(11, 12)에 고전압이 인가됨에 따라 제1 및 제2 전극(11, 12)의 사이에 방전이 일어나 스파크 플라즈마(P)가 발생하게 된다.

[0038] 캐비티(cavity, 13)는 스파크 플라즈마(P)가 발생하는 공간을 제공하며, 플라즈마(P) 발생에 따라 스파크 제트 액추에이터(10)의 내외부 온도차 및 압력차를 발생시키기 위한 공간을 제공한다. 캐비티(13)는 벽을 형성하는 케이싱(16)에 의해 형성될 수 있으며, 케이싱(16)의 내부 공간으로도 지칭될 수 있다.

[0039] 오리피스(14)는 캐비티(13)로부터 외부 공간을 향해 연장되며, 캐비티(13) 내의 기체(공기)의 온도 및 압력이 상승함에 따라 기체가 외부로 방출되는 통로로서의 기능을 한다. 오리피스(14)는 케이싱(16)을 관통하는 관통공의 형태로서 캐비티(13)와 연통되게 형성될 수 있다.

[0040] 고체 추진제(15, solid propellant)는 캐비티(13) 내에 배치되며, 제1 및 제2 전극(11, 12)의 사이에서 발생된

스파크 플라즈마(P)에 의해 기화되어 제트 기류(Z)의 추력을 증가시키도록 구성된다. 본 실시예에 따르면, 고체 추진제(15)는 폴리머 소재를 포함하는 고체 연료 소재로 구성될 수 있다.

[0041] 또한, 제1 및 제2 전극(11, 12)은 캐비티(13)를 형성하는 케이싱(16)의 벽면으로부터 돌출된 형태를 가질 수 있으며, 고체 추진제(15)는 제1 및 제2 전극(11, 12)의 사이를 연결하도록 설치되는 추진제 로드 내지 실린더의 형태를 가질 수 있다. 여기서 고체 추진제(15)는 스파크 방전이 고체 추진제(15)의 표면 부위에서 발생할 수 있도록 제1 및 제2 전극(11, 12)의 표면적을 넘지 않는 단면적을 갖는 것이 바람직하다.

[0042] 도 3은 도 2의 스파크 제트 액추에이터의 작동 상태를 상세히 나타낸 도면이다.

[0043] 도 3을 참조하여, 스파크 제트 액추에이터의 작동 상태를 설명하면, 제1 및 제2 전극(11, 12)의 양단에 고압의 펄스 전원이 인가되면, 제1 및 제2 전극(11, 12)의 사이에서 방전이 일어나 스파크 플라즈마(P)가 발생한다. 고전류의 준 아크 방전은 국부적으로 공기를 고온으로 만들 수 있기 때문에 제1 및 제2 전극(11, 12)의 사이의 고체 추진제(15)의 표면에서 발생한 스파크 플라즈마(P)는 고체 추진제(15)를 기화시키고, 이 영역에서 뜨거운 공기가 팽창하면서 기화된 고체 추진제 입자(5)가 공기와 함께 제트 기류의 형태로 오리피스(14)를 통해 분출되게 된다. 이와 같이 기화된 고체 추진제 입자(5)에 의해 캐비티(13) 내 기체 분자의 밀도를 증가시킬 있으므로, 그만큼 방출되는 제트 기류(Z)의 추력을 향상시킬 수 있게 된다.

[0044] 도 4는 도 2에 도시된 고체 추진제의 단면 형태를 예시한 도면이다.

[0045] 이상과 같이 고체 추진제(15)를 로드 또는 실린더의 형태로 형성할 경우, 도 4의 (a)와 같이 원형 단면을 갖도록 구성하는 것도 가능하지만, (b)와 같이 추진제 로드를 요철 형태의 외주면을 갖는 형태로 형성하는 것도 가능하다 할 것이다. 이와 같이 추진제 로드를 요철 형태의 외주면을 갖도록 형성함으로써 스파크 플라즈마(P)와의 접촉 면적을 보다 증가시킬 수 있으며, 이를 통해 고체 추진제(15)의 반응성을 향상시킬 수 있다.

[0046] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 스파크 제트 액추에이터의 개략도이다.

[0047] 본 실시예에 따른 스파크 제트 액추에이터(10)'의 경우와 같이, 고체 추진제(15)를 로드 또는 실린더의 형태로 구성하지 않고 고체 추진제 분말을 케이싱(16)의 내벽에 도포하는 구성도 가능하다. 이 경우 고체 추진제(15)는 추진제 분말이 도포제를 통해 케이싱(16)의 벽면에 부착된 레이어의 형태를 가질 수 있다.

[0048] 본 실시예의 경우 고체 추진제(15)가 캐비티(13)의 저면에 도포된 형태를 예시하고 있으나, 이러한 구성 이외에도 캐비티(13)의 천장면도 고체 추진제(15)의 도포 공간으로 활용 가능하다.

[0049] 또한, 본 실시예의 경우, 제1 및 제2 전극(11, 12)이 앞선 실시예와 같이 케이싱(16)으로부터 돌출된 형태를 가지지 않고, 제1 및 제2 전극(11, 12)이 캐비티(13)의 벽면의 일부를 구성하는 형태를 예시하고 있으며, 이 경우 스파크 플라즈마(P)의 발생 위치에 따라 고체 추진제(15)의 두께를 적절한 두께로 설정하는 것이 바람직하다 할 것이다.

[0050] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 비행체의 유동 제어 장치의 구성을 나타낸 블록 다이어그램이다.

[0051] 도 6과 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 비행체의 유동 제어 장치는 하나 이상의 가속 스파크 제트 액추에이터(10)와, 그에 연결되는 제어부(100)를 포함한다.

[0052] 가속 스파크 제트 액추에이터(10)는 비행체, 예를 들어 제트 비행기, 로켓 등의 표면(예를 들어 날개 표면)이나 비행체의 공기 유로 상에 설치되며, 제트 기류를 발생시켜 외부 유동을 제어하게 된다. 가속 스파크 제트 액추에이터(10)는 앞서 도 2 내지 5에서 설명한 바와 같은 구성을 가질 수 있다.

[0053] 제어부(100)는 가속 스파크 제트 액추에이터(10)에 제어 신호를 인가하여 펄스 전원이 제1 및 제2 전극(11, 12)에 공급될 수 있게 한다. 가속 스파크 제트 액추에이터(10)는 비행체의 표면 또는 공기 유로 상에 복수개의 개수로 설치될 수 있으며, 이 경우 제어부(100)는 각 가속 액추에이터(10-1, 10-2, 10-3, ..., 10-n)에 개별적으로 연결되어 이들을 개별 제어할 수 있다.

[0054] 또한, 비행체의 유동 제어 장치에는, 가속 스파크 제트 액추에이터(10)의 구성 중 고체 추진제(15)를 제외한 구성을 갖는 스파크 제트 액추에이터(20)가 추가로 구비될 수 있다. 이 경우 고체 추진제(15)가 적용되지 않은 액추에이터를 일반 액추에이터(20)로 지칭할 수 있으며, 일반 액추에이터(20) 또한 가속 액추에이터(10)와 마찬가지로 복수개의 액추에이터(20-1, 20-2, 20-3, ..., 20-n)를 포함할 수 있다.

[0055] 이와 같은 경우, 가속 액추에이터(10)와 일반 액추에이터(20)는, 도 7에 도시된 배열과 같이, 비행체의 표면 또

는 공기 유로 상에 번갈아서 복수개로 설치될 수 있다. 도 7은 가속 액츄에이터(10)와 일반 액츄에이터(20)를 대각선 방향으로 각각 번갈아서 배열한 것을 예시하고 있다. 일반 액츄에이터(20)는 복수개의 행과 열을 이루도록 배치되어 있고, 가속 액츄에이터(10)는 일반 액츄에이터(20)가 이루는 행과 열 사이에 행과 열을 이루도록 배치되어 있다. 가속 액츄에이터(10)와 일반 액츄에이터(20)의 배열 형태는 이와 같은 구성뿐만 아니라 다양한 형태로 변형 실시 가능하다.

[0056] 제어부(200)는 일반 모드에서 일반 액츄에이터(20)를 작동시키고, 일반 모드보다 큰 추력이 필요한 가속 모드에서 가속 액츄에이터(10)를 추가적으로 작동시키도록 구성될 수 있다. 다시 말해, 일반적인 유동 제어 상황에서는 일반 액츄에이터(20)를 이용하여 유동 제어 장치가 일반 모드로 동작되도록 하고, 큰 추력이 필요한 특수 상황에서는 가속 액츄에이터(10)를 이용하여 유동 제어 장치가 가속 모드로 동작되게 할 수 있다. 가속 모드를 동작시킨 후 고체 추진제(15)가 모두 소모된 경우, 일반액츄에이터(20)만을 이용한 일반 모드가 동작되도록 구성하거나, 일반 액츄에이터(20)와 고체 추진제(15)가 소모된 가속 액츄에이터(10)가 함께 동작되게 하는 것도 가능하다 할 것이다.

[0057] 제어부(200)는 복수개의 일반 스파크 제트 액츄에이터(20)가 배치된 복수개의 행, 열 또는 세트를 기설정된 시퀀스에 따라 작동시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 7에 도시된 일반 액츄에이터(20)들은 행(Row)의 순서에 따라 Row 1 → Row 2 → Row 3 → Row 4 → Row 5 의 순으로 동작하도록 설정되거나, Row 1 → Row 3 → Row 2 → Row 4 와 같은 시퀀스에 따라 동작하도록 설정될 수 있다. 나아가, 실선으로 표시된 제1 그룹(I)과 점선으로 표시된 제2 그룹(II)이 교대로 동작되도록 설정되는 것 또한 가능하다 할 것이다. 이를 통해 각 액츄에이터(20)들을 함께 동시 동작 시키는 경우와 대비하였을 때 소모 전력을 최소화하면서도 그와 유사한 효과를 얻을 수 있는 이점이 있다. 가속 액츄에이터(10)들 또한 일반 액츄에이터(20)와 마찬가지로 앞서 예시한 시퀀스에 따라 작동되도록 설정 가능하다 할 것이다.

[0058] 다시 도 6을 참조하면, 비행체의 표면이나 공기 유로 상에는 유체의 압력을 감지하기 위한 압력 센서(30)가 설치될 수 있으며, 제어부(100)는 압력 센서(30)의 계측값을 근거로 스파크 제트 액츄에이터(10, 20)의 동작을 제어하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 램제트 엔진의 공기 유로 상에 스파크 제트 액츄에이터(10, 20) 및 압력 센서(30)를 설치하고, 이를 통해 공기 유로 벽면에 가해지는 충격파의 위치를 검출하여 스파크 제트 액츄에이터(10, 20)를 가동함으로써 충격파의 위치를 제어할 수 있다 할 것이다.

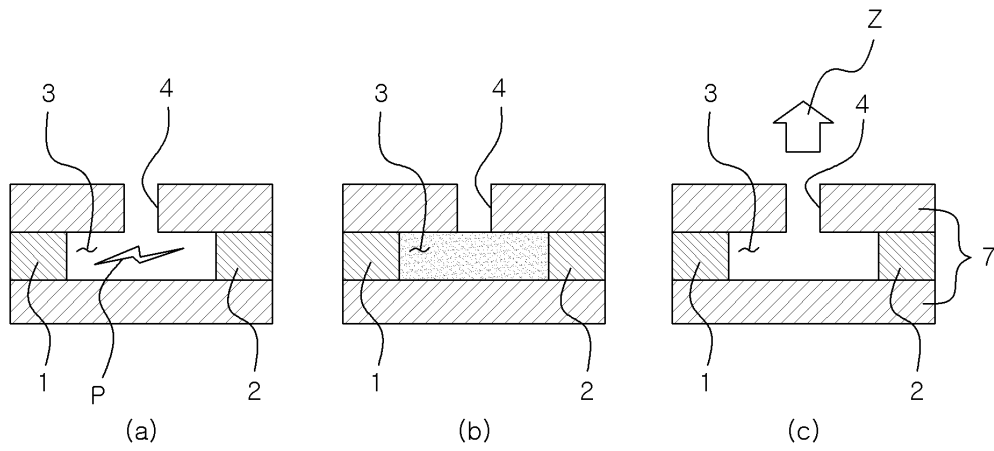
[0059] 상기에서는 본 발명의 특징의 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

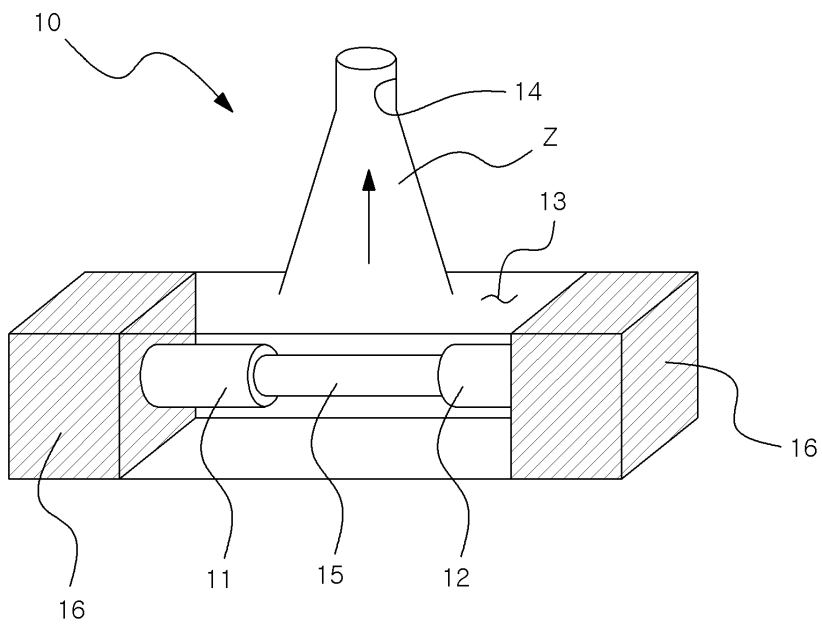
[0061] 10: 가속 스파크 제트 액츄에이터 11: 제1 전극
12: 제2 전극 13: 캐비티
14: 오리피스 15: 고체 추진제
16: 케이싱 P: 스파크 플라즈마
Z: 제트 기류 20: 일반 스파크 제트 액츄에이터
100: 제어부

도면

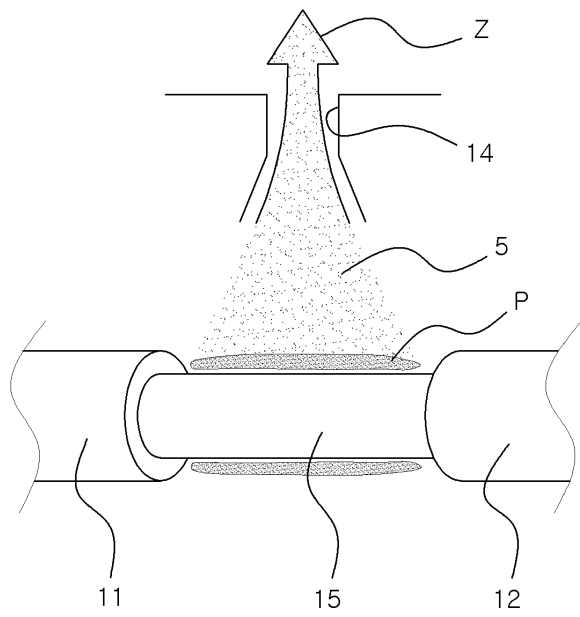
도면1



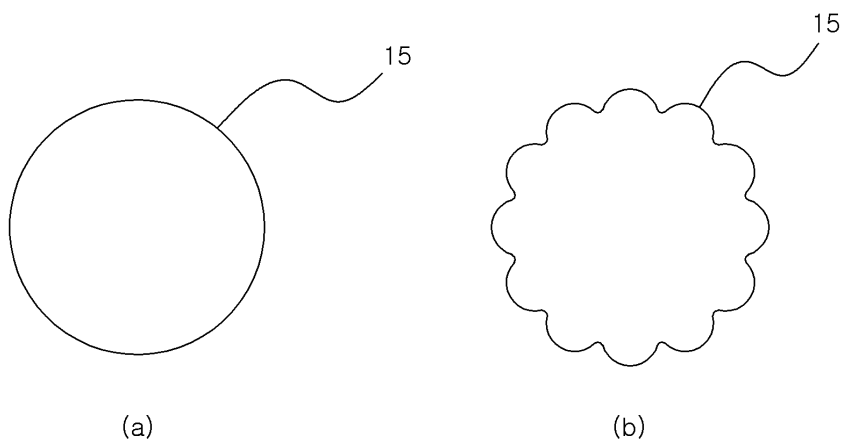
도면2



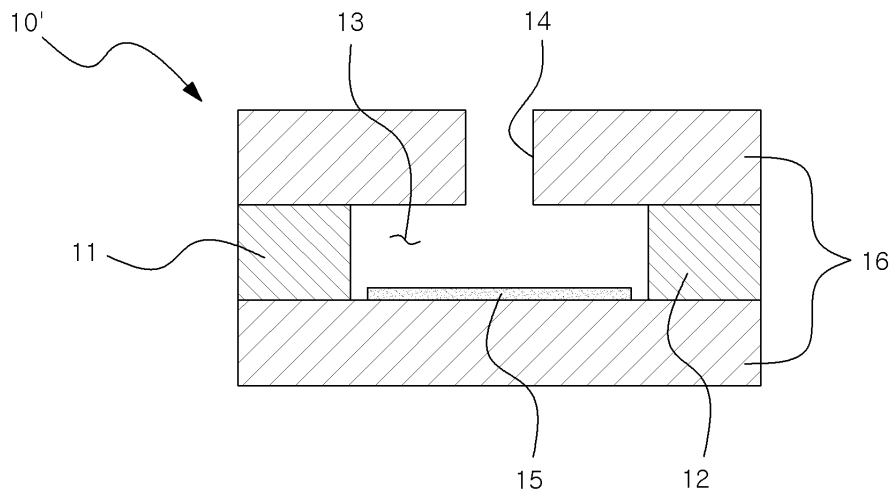
도면3



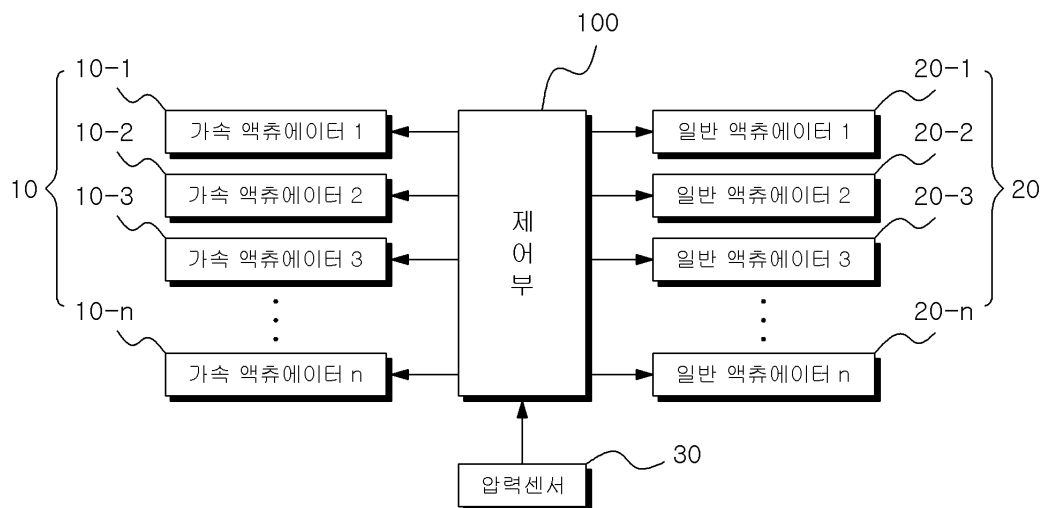
도면4



도면5



도면6



도면7

