



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0133336

(43) 공개일자 2015년11월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F02M 35/10 (2006.01) F02M 35/12 (2006.01)

F16K 1/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0059679

(22) 출원일자 2014년05월19일

심사청구일자 2014년05월19일

(71) 출원인

현대자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

기아자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

(72) 발명자

정정우

경기도 화성시 남양로621번길 38,102동 401호 (남양동, 현대아파트)

이승현

인천광역시 남동구 남동대로 860,106동 2302호 (간석동, 간석래미안자이아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

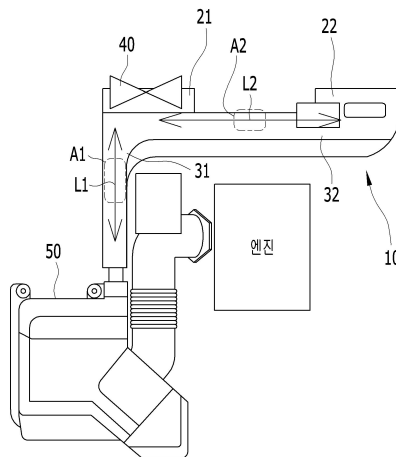
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 가변 밸브가 적용된 가변 흡기 시스템

(57) 요약

엔진에 흡입되는 공기를 유도하는 에어 덕트와 개폐량이 가변되는 가변 밸브를 구비하여 흡입 공기량을 조절하는 가변 흡기 시스템에 있어서, 에어 덕트는 외부로 개구된 제1흡입구와 제2흡입구를 포함하며, 에어 덕트에는 일단이 제1흡입구와 연결되는 제1유로와, 일단이 제2흡입구와 연결되는 제2유로가 형성되고, 제2유로는 제1유로의 일부를 공유하며, 제1유로의 타단과 제2유로의 타단은 동일한 유출구를 공유하고, 제2유로의 길이가 제1유로의 길이보다 더 긴 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템이 개시된다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

장영학

서울특별시 서초구 동산로16길 45, 팰리스빌 402호
(양재동)

한영호

경기도 화성시 송산면 송산로31번길 37-4

조양래

경기 수원시 권선구 권선로 694번길 25, 208동
1404호 (권선동,수원권선SKVIEW)

정현수

경기 용인시 수지구 현암로125번길 11, 717동 180
3호 (죽전동, 새터마을죽전힐스테이트)

명세서

청구범위

청구항 1

엔진에 흡입되는 공기를 유도하는 에어 덕트와 개폐량이 가변되는 가변 밸브를 구비하여 흡입 공기량을 조절하는 가변 흡기 시스템에 있어서,

상기 에어 덕트는 외부로 개구된 제1흡입구와 제2흡입구를 포함하며,

상기 에어 덕트에는 일단이 상기 제1흡입구와 연결되는 제1유로와, 일단이 상기 제2흡입구와 연결되는 제2유로가 형성되고,

상기 제2유로는 상기 제1유로의 일부를 공유하며,

상기 제1유로의 타단과 상기 제2유로의 타단은 동일한 유출구를 공유하고,

상기 제2유로의 길이가 상기 제1유로의 길이 보다 더 긴 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1유로의 횡단면은 상기 제1유로와 공유되지 않는 상기 제2유로의 부분의 횡단면 보다 더 넓은 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 가변 밸브는 공기 흡입량의 변화에 따른 상기 에어 덕트 내 압력 변화에 의하여 그 개방 정도가 변화하는 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 가변 밸브는 상기 제1유로의 일단에 장착되어 상기 제2유로와 공유되지 않는 제1유로의 일부를 개폐하도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 가변 밸브가 개방되면 상기 제1흡입구와 제2흡입구를 통해 유입된 공기가 모두 엔진으로 공급되고, 상기 가변 밸브가 폐쇄되면 상기 제2흡입구를 통해 유입된 공기만이 엔진으로 공급되도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 가변 밸브는 상기 제1유로의 길이 방향에 수직인 축을 기준으로 회전 운동을 하며 선택적으로 상기 제1유로의 횡단면과 거의 동일한 형상을 가진 밸브 플랩을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 가변 밸브는

상기 밸브 플랩의 회전 운동의 축이 되는 밸브 힌지; 그리고

일단은 상기 밸브 플랩에 의해 지지되고 타단은 상기 에어 덕트에 의해 지지되어 상기 밸브 힌지를 회전축으로 하는 상기 밸브 플랩의 회전 운동에 복원력을 제공하는 밸브 스프링;

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 가변 밸브는 상기 가변 밸브의 상기 제1유로의 길이 방향 단면 상에서 상기 밸브 힌지로부터 좌측 단부 또는 우측 단부에 형성 또는 장착되는 밸브 스톱퍼를 더 포함하는 가변 흡기 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 밸브 힌지는 상기 제1유로의 길이 방향 단면 상에서 상부에 위치하며

상기 밸브 스톱퍼는 상기 밸브 힌지에서 가까운 상기 밸브 플랩 단부에 장착되는 탄성체인 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 밸브 플랩은 상기 밸브 플랩의 상기 제1유로의 길이 방향 단면 상에서 그 하부가 그 상부와 미리 설정된 각도를 이루도록 꺾여있는 형상 또는 하부로 갈수록 완만하게 굽어지는 형상을 가져 상기 밸브 힌지의 중심과 상기 밸브 플랩의 상부를 잇는 연장선에 대해 상기 밸브 플랩의 하단이 상기 밸브 플랩의 열림 방향으로 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 에어 덕트의 길이 방향 단면의 상부 또는 하부에는 상기 밸브 플랩의 상단 또는 하단이 걸려서 멈추도록 정지턱(stopping projection) 또는 정지홈(stopping groove)이 형성 또는 장착되는 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

청구항 12

제5항에 있어서,

상기 가변 밸브가 폐쇄 시 또는 상기 가변 밸브가 개방 시 기주공명 주파수를

$$\text{기주공명주파수} = \frac{\text{음속}}{2 \times (\text{기주의 길이} + 0.3 \times \text{기주의 직경})} \times \text{정수}(1, 2, \dots)$$

에 따라 상향 또는 하향 조절

할 수 있는 가변 흡기 시스템.

단, 상기 제1유로의 길이는 L1, 상기 제2유로의 길이는 L1+L2, 상기 제1유로와 공유되지 않는 상기 제2유로 부분의 길이는 L2, 상기 제1유로의 횡단면의 직경은 D1, 그리고 상기 제1유로와 공유되지 않는 상기 제2유로 부분의 횡단면의 직경은 D2이며, 상기 가변 밸브 폐쇄 시에는 상기 기주의 길이는 L1+L2, 상기 기주의 직경은 D1과 D2에 관계된 임의의 값이고 상기 가변 밸브 개방 시에는 상기 기주의 길이는 L1, 상기 기주의 직경은 D1이다.

청구항 13

제4항에 있어서,

상기 제1흡입구는 복수 개가 형성되고, 이에 따라 상기 제1유로가 복수 개가 형성되며, 적어도 하나 이상의 상기 가변 밸브가 상기 복수 개의 제1유로의 일단들에 선택적으로 장착되는 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

청구항 14

제4항에 있어서,
상기 에어 덕트는 복수 개가 구비되는 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가변 흡기 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 자동차 엔진의 공기 흡입량의 변화에 따라 그 개방 정도가 변화하는 가변 밸브가 적용된 가변 흡기 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 자동차 엔진의 가변 흡기 시스템에서는 에어 덕트를 통해 흡입되는 공기가 에어 클리너 내부의 필터에 의해 여과되며, 엔진을 고속 고부하 영역에서 운전하는 경우 흡입되는 공기의 부족을 보충하기 위하여 복수의 에어 덕트를 구비하고 있다.

[0003] 공기는 흡기 시스템을 통해 엔진으로 흡입되고 엔진 소음은 흡기 시스템을 통해 에어 덕트의 공기 흡입구로 토출된다. 이에 따라, 흡기 시스템은 엔진 출력을 향상시키기 위해 엔진으로 유입되는 공기의 유동 저항을 최소화하고 엔진 소음이 에어 덕트 흡입구로 전파되는 정도를 최소화하도록 설계되는 것이 일반적이다.

[0004] 차량의 실내 소음은 로드 노이즈, 엔진 방사음, 윈드 노이즈, 차체 구조 진동 등 다양한 출처를 가지지만 상기 출처의 소음들이 엔진 RPM 및 차속에 비례하여 변화하는 것과 달리 엔진 소음의 토출음은 반드시 엔진 RPM에 비례하는 것은 아니다. 이에 따라, 낮은 엔진 RPM에서 엔진 소음의 토출음의 실내 소음에 대한 기여도가 상대적으로 커지게 된다.

[0005] 따라서, 종래의 가변 흡기 시스템에서는 저 RPM에서 토출음을 감소시키고 고 RPM에서 흡기의 유동 저항을 줄이기 위해 2개 이상의 에어 덕트들을 구비하고 그 중 일부에 밸브를 장착하여 저 RPM에서는 밸브들을 선택적으로 폐쇄하고 고 RPM에서는 밸브들을 선택적으로 개방하는 방법을 활용한다.

[0006] 종래의 가변 흡기 시스템은 복수 개의 에어 덕트 중 어느 일부를 선택적으로 개폐하기 위한 밸브 어셈블리 및 그 밸브 어셈블리에 구동력을 제공하는 액츄에이터가 구비되는 바, 이 중에서 액츄에이터는 반능동 타입과 능동 타입으로 구분될 수 있다.

[0007] 여기서, 반능동 타입의 액츄에이터는 솔레노이드를 이용한 진공식 액츄에이터, 자석을 이용한 자연 개폐식 액츄에이터를 예로 들 수 있으며, 능동 타입의 액츄에이터는 DC 모터를 사용하고 있다.

[0008] 이러한 종래 기술에는 복수의 에어 덕트를 채용함에서 기인하는 공간적 부담 문제와 복수의 에어 덕트 및 고가의 액츄에이터로 인한 원가와 중량 상승 문제가 대두하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 액츄에이터가 장착되지 않은 하나의 에어 덕트만으로도 흡기의 유동 저항 및 엔진 소음의 토출음을 제어하여 엔진 RPM 변화에 따라 효과적으로 대응할 수 있는 가변 흡기 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 하나 또는 다수의 실시 예에서는 엔진에 흡입되는 공기를 유도하는 에어 덕트와 개폐량이 가변되는 가변 밸브를 구비하여 흡입 공기량을 조절하는 가변 흡기 시스템에 있어서, 상기 에어 덕트는 외부로 개구된 제1흡입구와 제2흡입구를 포함하며, 상기 에어 덕트에는 일단이 상기 제1흡입구와 연결되는 제1유로와, 일단이 상기 제2흡입구와 연결되는 제2유로가 형성되고, 상기 제2유로는 상기 제1유로의 일부를 공유하며, 상기 제1유로

의 타단과 상기 제2유로의 타단은 동일한 유출구를 공유하고, 상기 제2유로의 길이가 상기 제1유로의 길이 보다 더 긴 것을 특징으로 하는 가변 흡기 시스템이 제공될 수 있다.

- [0011] 이 때, 상기 제1유로의 횡단면은 상기 제1유로와 공유되지 않는 상기 제2유로의 부분의 횡단면 보다 더 넓을 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 가변 밸브는 공기 흡입량의 변화에 따른 상기 에어 덕트 내 압력 변화에 의하여 그 개방 정도가 변화할 수 있다.
- [0013] 상기 가변 밸브는 상기 제1유로의 일단에 장착되어 상기 제2유로와 공유되지 않는 제1유로의 일부를 개폐할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템은 상기 가변 밸브가 개방되면 상기 제1흡입구와 제2흡입구를 통해 유입된 공기가 모두 엔진으로 공급되고, 상기 가변 밸브가 폐쇄되면 상기 제2흡입구를 통해 유입된 공기만이 엔진으로 공급되도록 되어 있는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0015] 상기 가변 밸브는 상기 제1유로의 길이 방향에 수직인 축을 기준으로 회전 운동을 하며 선택적으로 상기 제1유로의 횡단면과 거의 동일한 형상을 가진 밸브 플랩을 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 가변 밸브는 상기 밸브 플랩의 회전 운동의 축이 되는 밸브 힌지, 그리고 일단은 상기 밸브 플랩에 의해 지지되고 타단은 상기 에어 덕트에 의해 지지되어 상기 밸브 힌지를 회전축으로 하는 상기 밸브 플랩의 회전 운동에 복원력을 제공하는 밸브 스프링을 더 포함할 수도 있다.
- [0017] 상기 가변 밸브는 상기 가변 밸브의 상기 제1유로의 길이 방향 단면 상에서 상기 밸브 힌지로부터 좌측 단부 또는 우측 단부에 형성 또는 장착되는 밸브 스톱퍼를 더 포함할 수도 있다.
- [0018] 상기 밸브 힌지는 상기 제1유로의 길이 방향 단면 상에서 상부에 위치하며, 상기 밸브 스톱퍼는 상기 밸브 힌지에서 가까운 상기 밸브 플랩 단부에 장착되는 탄성체일 수 있다.
- [0019] 상기 밸브 플랩은 상기 밸브 플랩의 상기 제1유로의 길이 방향 단면 상에서 그 하부가 그 상부와 미리 설정된 각도를 이루도록 꺾여있는 형상 또는 하부로 갈수록 완만하게 굽어지는 형상을 가져 상기 밸브 힌지의 중심과 상기 밸브 플랩의 상부를 잇는 연장선에 대해 상기 밸브 플랩의 하단이 상기 밸브 플랩의 열림 방향으로 이격될 수 있다.
- [0020] 상기 에어 덕트의 길이 방향 단면의 상부 또는 하부에는 상기 밸브 플랩의 상단 또는 하단이 걸려서 멈추도록 정지턱(stopping projection) 또는 정지홈(stopping groove)이 형성 또는 장착될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템은 상기 가변 밸브가 폐쇄 시 또는 상기 가변 밸브가 개방 시 기주 공명 주파수를

$$\text{기주공명주파수} = \frac{\text{음속}}{2 \times (\text{기주의 길이} + 0.3 \times \text{기주의 직경})} \times \text{정수}(1, 2, \dots)$$

- [0022] 에 따라 상향 또는 하향 조절
할 수 있다.

- [0023] 이 때 상기 제1유로의 길이는 L1, 상기 제2유로의 길이는 L1+L2, 상기 제1유로와 공유되지 않는 상기 제2유로 부분의 길이는 L2, 상기 제1유로의 횡단면의 직경은 D1, 그리고 상기 제1유로와 공유되지 않는 상기 제2유로 부분의 횡단면의 직경은 D2이며, 상기 가변 밸브 폐쇄 시에는 상기 기주의 길이는 L1+L2, 상기 기주의 직경은 D1과 D2에 관계된 임의의 값이고 상기 가변 밸브 개방 시에는 상기 기주의 길이는 L1, 상기 기주의 직경은 D1이다

- [0024] 상기 제1흡입구는 복수 개가 형성될 수 있고, 이에 따라 상기 제1유로가 복수 개 형성될 수 있으며, 적어도 하나 이상의 상기 가변 밸브가 상기 복수 개의 제1유로의 일단들에 선택적으로 장착될 수 있다. 아울러, 본 발명의 실시 예에 따른 에어 덕트는 복수 개가 구비될 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 가변 흡기 시스템에 있어서 복수 개의 에어 덕트 구성의 어려움이 해소되

고 액츄에이터의 적용이 없어 원가 및 중량이 절감되면서도 동시에 저 RPM에서 엔진 소음의 토출음을 감쇄하고 고 RPM에서 흡기의 유동 저항을 줄이려는 종래의 설계 목표를 달성할 수 있다.

[0026] 아울러, 토출음 감쇄 뿐만아니라 가변 밸브의 위치 변경을 통해 원하는 대역의 주파수를 강조한 스포티, 다이내믹 음색 등을 개발 할 수 있으며 1개의 에어 덕트에 위치 별로 복수 개의 가변 밸브를 적용하거나 복수 개의 에어 덕트를 적용하는 방법과 조합하여 더욱 정밀한 사운드 튜닝이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도1은 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템의 흡입구로부터 엔진으로의 공기 흐름(air flow)을 나타낸 도면이다.

도2는 엔진으로부터 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템의 흡입구의 소음 전파를 나타낸 도면이다.

도3은 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템의 구성 요소들의 개략도이다.

도4는 본 발명의 실시 예에 따른 가변 밸브의 구성 요소들을 나타낸 도면이다.

도5는 본 발명의 실시 예에 따른 가변 밸브의 작동 원리를 나타낸 도면이다.

도6은 본 발명의 실시 예에 따른 에어 덕트 흡입구에서의 공기 흐름의 맥동(pulsation)을 나타낸 그래프이다.

도7은 본 발명의 실시 예에 따른 가변 밸브가 설치된 에어 덕트의 길이 방향 단면도이다.

도8은 본 발명의 실시 예에 따른 밸브 스톱퍼가 장착된 가변 밸브의 사시도이다.

도9는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 밸브 스톱퍼가 장착된 가변 밸브의 사시도이다.

도10은 본 발명의 실시 예에 따른 밸브 플랩의 형상에 따라 유로 단면적의 변화를 나타낸 에어 덕트의 길이 방향 단면도이다.

도11은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 굽은 형상의 밸브 플랩의 측면도이다.

도12는 밸브 플랩 형상에 따른 공기 유동 저항(flow resistance)의 비교 그래프이다.

도13은 흡기 시스템의 음향 전파의 원리를 나타내는 개략도이다.

도14는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따라 복수 개의 가변 밸브가 설치된 상태를 나타내는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면에 의거하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0029] 이러한 실시 예는 본 발명에 따른 일 실시 예로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 여러 가지 상이한 형태로 구현할 수 있으므로, 본 발명의 권리범위는 이하에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다 할 것이다.

[0030] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 구성요소의 이름이 해당 구성요소의 기능을 한정하지 않는다.

[0031] 도1은 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템의 흡입구로부터 엔진으로의 공기 흐름(air flow)을 나타낸 도면이다.

[0032] 도2는 엔진으로부터 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템의 흡입구의 소음 전파를 나타낸 도면이다.

[0033] 도1에서 공기는 흡기 시스템을 통해 엔진으로 흡입되며 도2에서 엔진 소음은 흡기 시스템을 통해 흡입구로 토출된다. 흡기 시스템은 엔진 출력의 향상을 위해 엔진으로 유입되는 공기의 흐름에 대해 저항을 최소화하고 엔진으로부터의 소음이 흡입구로 전파되는 것을 최소화하는 것이 목표이다.

[0034] 도1과 도2의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템은 종래의 가변 흡기 시스템과 달리 하나의 에어 덕트(10)를 가진다. 에어 덕트(10)는 흡입되는 공기를 엔진 연소실로 유도하는 단일 파이프 구조물이다. 에어 덕트(10)의 일단에는 외부로 개구된 흡입구가 형성되고 타단에는 에어 클리너(50)가 연결될 수 있다. 따라서, 흡입 공기는 에어

덕트(10)의 흡입구로부터 에어 덕트(10) 내부에 형성된 단일 유로(flow path)를 따라 흐르다가 에어 클리너(50)에서 불순물이 걸러진 후 엔진으로 유입된다. 종래에는 복수의 에어 덕트(10)를 이용하였으나 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템은 하나의 에어 덕트(10)를 이용하여 공기 유동 저항의 최소화와 엔진 소음 전파의 최소화를 이루고자 한다.

[0035] 이를 위해 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템은 하나의 에어 덕트(10)에 두 개의 흡입구, 즉 제1흡입구(21)와 제2흡입구(22)를 포함한다. 제1흡입구(21)는 전체 유로 중 에어 클리너(50)에 더 가까운 쪽에 형성되고 제2흡입구(22)는 에어 클리너(50)에서 가장 먼 위치에 형성되며 상기 에어 덕트(10)의 일단에 형성될 수 있다.

[0036] 이에 따라, 단일 유로가 상기 제1흡입구(21)와 상기 제2흡입구(22)에 의해 두 개의 유로로 분기(furcate)할 수 있게 된다. 즉, 일단이 상기 제1흡입구(21)와 연결되는 제1유로(31)와 일단이 상기 제2흡입구(22)와 연결되는 제2유로(32)가 동시에 형성될 수 있다. 이 때 상기 제2유로(32)는 상기 제1유로(31)의 일부를 공유할 수 있다. 이는 하나의 에어 덕트(10) 구조이므로 상기 제1흡입구(21)가 폐쇄되는 경우에는 단일 유로 구조가 남을 수 있어야 하기 때문이다. 전부가 아닌 일부를 공유하게 되는 이유는 상기 제1유로(31)의 일단은 외부로 개구된 상기 제1흡입구(21)를 향하기 때문이며 상기 제2유로(32)가 공유할 수 있는 상기 제1유로(31)의 개구부는 상기 제2흡입구(22)를 향한 것이 유일하기 때문이다. 즉, 상기 제2유로(32)는 상기 제1유로(31) 중 제1흡입구(21)를 향한 개구부는 공유할 수 없다.

[0037] 구조적으로, 상기 제1유로(31)의 길이 보다 상기 제2유로(32)의 길이가 더 길며, 상기 제2유로(32)가 상기 제1유로(31)의 일부를 포함함으로써 상기 제1유로(31)와 제2유로(32)의 타단은 동일한 공기 유출구(air outlet)를 공유하게 된다.

[0038] 도3은 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템의 구성 요소들의 개략도이다.

[0039] 도3을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템은 제1흡입구(21)와 제2흡입구(22)를 포함하는 하나의 에어 덕트(10)와 가변 밸브(40)를 포함한다.

[0040] 상기 가변 밸브(40)는 공기 흡입량의 변화에 따른 상기 에어 덕트(10) 내 압력 변화로 인해 그 개방 정도가 변화할 수 있다. 즉, 상기 가변 밸브(40)는 액츄에이터에 의해 개폐될 수도 있지만, 차량의 가속 또는 감속 시 엔진 RPM에 따라 변화하는 흡입 공기의 유량에 맞추어 스스로 개폐될 수도 있다. 이는 엔진 RPM이 커지면 공기 흡입력도 커지고 이에 따라 흡입 공기의 유량도 커지기 때문이다. 이를 실현하기 위해 본 발명의 실시 예에 따른 가변 밸브(40)는 스프링을 활용할 수 있다.

[0041] 상기 가변 밸브(40)는 상기 제1흡입구(21)에 연결되는 제1유로(31)의 일단에 장착될 수 있다. 이를 통해 제2유로(32)와 공유되지 않는 상기 제1유로(31)의 일부를 개폐한다. 상기 가변 밸브(40)의 개방 시에는 상기 제1유로(31)의 일단이 상기 제1흡입구(21)와 연통되어 공기가 흡입되고 폐쇄 시에는 상기 제1유로(31)와 상기 제1흡입구(21) 간 공기의 유출입이 차단될 수 있다. 상기 가변 밸브(40)가 상기 제2흡입구(22)에 연결되는 제2유로(32)의 일단에 장착되는 경우에도 마찬가지이다.

[0042] 상기 제1유로(31)의 길이는 L1이며, 상기 제1유로(31)와 공유되지 않는 상기 제2유로(32) 부분의 길이는 L2이다. 따라서 상기 제2유로(32)의 길이는 L1+L2이다. 여기서 L1과 L2는 거리의 개념과 다른 길이 개념이며 유로가 굽은 경우에도 굽어져 있는 길이가 더해진다.

[0043] 도3을 참조하면, 상기 제1유로(31)의 횡단면은 A1이고, 상기 제1유로(31)와 공유되지 않는 상기 제2유로(32)의 부분의 횡단면은 A2이다. A1의 면적이 A2의 면적 보다 더 크도록 유로가 형성될 수 있다.

[0044] 상기 가변 밸브(40)가 개방되면 상기 제1흡입구(21)와 제2흡입구(22)를 통해 유입된 공기가 모두 엔진으로 공급되고, 상기 가변 밸브(40)가 폐쇄되면 상기 제2흡입구(22)를 통해 유입된 공기만이 엔진으로 공급된다.

[0045] 엔진 RPM이 작을 때는 엔진 출력이 낮은 상태이므로 상기 제2유로(32)의 횡단면적이 작고 길이가 길어도 흡기 유동 저항이 크게 문제되지 않으며 엔진 소음은 소음원으로부터 가장 먼 제2흡입구(22)를 통해 토출되므로 저감된다.

[0046] 엔진 RPM이 클 때는 엔진의 공기 흡입력이 커지면서 상기 가변 밸브(40)의 전후면 간 압력 차이에 의해 상기 가변 밸브(40)가 서서히 열리게 되고 상기 제1유로(31)와 상기 제2유로(32) 모두를 통해서 공기가 흡입된다. 고 RPM에서는 엔진 소음의 토출음의 실내 소음에 대한 기여도가 낮으므로 상기 제1흡입구(21)와 상기 제1흡입구

(22)가 모두 개방되어 있어도 토출음이 실내 소음에 크게 문제되지 않는다.

- [0047] 따라서, 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템은 하나의 에어 덕트(10)만 구비하고 고가의 액츄에이터는 활용하지 않음에도 불구하고 공기 유동 저항의 최소화와 엔진 소음 전파의 최소화라는 목적을 달성할 수 있게 된다.
- [0048] 도4는 본 발명의 실시 예에 따른 가변 밸브의 구성 요소들을 나타낸 도면이다.
- [0049] 도4를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 가변 밸브(40)는 유로의 일단을 개방하거나 폐쇄하는 구조물인 밸브 플랩(41)을 포함한다.
- [0050] 상기 밸브 플랩(41)이 제1유로(31)의 일단에 장착되는 경우 상기 제1유로(31)의 길이 방향에 수직인 축을 기준으로 회전 운동을 함으로써 상기 제1유로(31)의 일단을 개방하거나 폐쇄할 수 있다. 따라서 상기 밸브 플랩(41)은 초기 위치에서 상기 제1유로(31)의 횡단면을 거의 가릴 수 있는 형상을 가질 필요가 있다. 즉, 상기 밸브 플랩(41)은 상기 제1유로(31)의 횡단면과 거의 동일한 형상을 가지도록 형성될 수 있다.
- [0051] 또한 본 발명의 실시 예에 따른 가변 밸브(40)는 상기 밸브 플랩(41)의 회전 운동의 축이 되는 밸브 힌지(42)와 상기 밸브 플랩(41)의 회전 운동의 복원력을 제공하는 밸브 스프링(43)을 더 포함할 수 있다.
- [0052] 상기 밸브 스프링(43)은 상기 밸브 플랩(41)에 의해 일단이 지지되고 상기 에어 덕트(10)에 의해 타단이 지지되어 상기 밸브 플랩(41)의 회전 시 회전 변위에 따른 회전 반대 방향 복원력을 발생시킨다. 즉, 상기 밸브 스프링(43)은 일종의 토션 스프링일 수 있다. 엔진 RPM이 증가함에 따라 공기 흡입량이 증가하면 상기 밸브 플랩(41)의 제1유로(31)의 길이 방향 전후면에 압력 차가 발생하여 상기 밸브 스프링(43)의 탄성력(또는 복원력)을 이기며 서서히 열리게 된다. 가속 페달에서 발을 떼는 순간 상기 밸브 스프링(43)의 복원력에 의해 상기 밸브 플랩(41)은 원 위치로 복귀할 수 있다.
- [0053] 도4에서 상기 밸브 힌지(42)는 상기 에어 덕트(10)에 고정 지지된 밸브 스프링(43) 및 상기 밸브 플랩(41)을 관통하여 장착되며 상기 밸브 플랩(41)을 회전 가능하도록 지지할 수 있다.
- [0054] 도5는 본 발명의 실시 예에 따른 가변 밸브의 작동 원리를 나타낸 도면이다.
- [0055] 저 RPM일 때와 고 RPM일 때의 밸브 작동 메커니즘이 각각 도시된다. 위에 설명된 바와 같이, 저 RPM일 때는 밸브 플랩(41)의 회전 반대 방향으로 작용하는 밸브 스프링(43)의 탄성력이 상기 밸브 플랩(41)의 전후면 압력 차에 의한 회전 방향 힘을 이기므로 상기 밸브 플랩(41)은 닫혀 있게 된다. 고 RPM일 때는 상기 밸브 플랩(41)의 전후면 압력 차에 의한 회전 방향 힘이 상기 밸브 플랩(41)의 회전 반대 방향으로 작용하는 상기 밸브 스프링(43)의 복원력을 이기므로 상기 밸브 플랩(41)은 열려 있게 된다.
- [0056] 가변 밸브(40)의 개방 시점 및 개방양은 밸브 플랩(41)의 굽은 정도 또는 표면 돌기들의 준부 등 밸브 플랩(41)의 형상, 밸브 플랩(41)의 자중, 밸브 스프링(43)의 특성을 변화시킴으로써 조절 가능하다.
- [0057] 본 발명의 실시 예에 따르면 종래 기술과 달리 가변 밸브(40)의 개폐가 오로지 스프링력에 의존하므로 자석 또는 솔레노이드 밸브를 이용하는 경우에 비해 원가 및 중량 절감이 이루어진다.
- [0058] 반면에 본 발명에는 부가적인 문제가 발생한다. 즉, 저 RPM에서 고부하 조건(예: 저단 기어에서의 풀 액셀) 시 엔진 흡입 공기의 맥동(pulsation)으로 인하여 가변 밸브(40)의 떨림이 발생하고 가변 밸브(40)의 원 위치 복귀 시 매우 강한 타격음이 발생한다. 이는 상기 가변 밸브(40)의 밸브 플랩(41) 하단과 에어 덕트(10)의 충돌에 의한 것이며 타격 에너지가 매우 커서 상기 밸브 플랩(41) 하단부에 설치되는 탄성부재의 두께를 키워도 소음의 감소는 있으나 소멸되지는 않는다.
- [0059] 도6은 본 발명의 실시 예에 따른 에어 덕트 흡입구에서의 공기 흐름의 맥동을 나타낸 그래프이다.
- [0060] 도6에 나타낸 바와 같이 에어 덕트(10) 내 공기의 맥동을 파악하기 위한 유량 측정점의 위치는 제1흡입구(21) 부근의 특정 지점이다.
- [0061] 도6의 그래프는 전부하(full acceleration) 시 상기 제1흡입구(21)에서 한 사이클, 즉 4기통이므로 4번의 사이클 동안의 공기 흐름을 나타내며 음(-)의 부호가 엔진 쪽으로의 유동을, 0보다 큰 값은 엔진에서 상기 제1흡입구(21) 쪽으로의 유동을 각각 나타낸다. 고 RPM에서 그래프 길이가 더 짧은 이유는 더 빠른 시간에 한 사이클이 끝나기 때문이다.
- [0062] 여기서 주목해야 할 것은 흡입, 압축, 연소, 그리고 배기 행정의 순서에 따라 공기 유동의 속도가 변화, 즉 맥

동하고 있으며 유속 변화(맥동)의 최대 크기는 1000RPM에서는 15m/s, 5500RPM에서는 8m/s로 RPM의 상승에 따라 맥동의 크기가 오히려 줄어든다는 것이다. 특히 5500RPM에서 평균 유속이 15m/s인 점을 감안하면 이러한 맥동의 크기가 가변 밸브(40)의 거동에 지대한 영향을 줄 것임을 알 수 있다. 더구나, 저 RPM에서는 맥동의 크기가 클 뿐만 아니라 유동의 방향이 + 방향, 즉 상기 제1흡입구(21) 쪽으로 역류하는 맥동이 발생한다.

[0063] 따라서 밸브 플랩(41) 하단의 탄성부재 추가로써 해결하지 못한 밸브 플랩(41)의 원 위치 복귀 시 타격음 발생 문제는 저 RPM에서의 상기 맥동의 크기의 증가 및 제1흡입구(21) 쪽으로 역류하는 맥동에 의한 것임을 추론할 수 있다.

[0064] 이러한 상황에 적절히 대처하기 위해 밸브 플랩(41)의 회전 속도는 밸브 힌지(42)에서 멀리 떨어질수록 빨라지며 이에 따라 충격량이 증대될 것임에 착안하여 밸브 힌지(42)에서 멀리 떨어진 밸브 플랩(41) 하단의 스톱퍼를 제거하고 밸브 힌지(42) 근접부에 충분한 크기의 스톱퍼를 설치함으로써 상기 타격음 문제가 해결 될 수 있다.

[0065] 도7은 본 발명의 실시 예에 따른 가변 밸브가 설치된 에어 덕트의 길이 방향 단면도이다.

[0066] 도8은 본 발명의 실시 예에 따른 밸브 스톱퍼가 장착된 가변 밸브의 사시도이다.

[0067] 도9는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 밸브 스톱퍼가 장착된 가변 밸브의 사시도이다.

[0068] 도7을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템의 가변 밸브(40)는 밸브 스톱퍼(44)를 더 포함할 수 있다.

[0069] 도7의 상기 밸브 스톱퍼(44)는 가변 밸브(40)의 제1유로(31)의 길이 방향 단면 상에서 상기 밸브 힌지(42)로부터 좌측 단부에 형성 또는 장착된다. 그러나, 본 발명의 실시 예는 이에 한정되지 않으며 우측 단부에도 형성 또는 장착될 수 있다. 단, 앞서 설명한 바와 같이 좌측 단부에 형성 또는 장착되는 경우 우측 단부에 형성 또는 장착되는 경우에 비해 충격량이 감소되므로 타격음 문제가 더 효과적으로 해결될 수 있다.

[0070] 도7에서 가변 밸브(40)의 상기 좌측 단부가 상기 밸브 힌지(42)에 근접한 부위가 되는 이유는 상기 밸브 힌지(42)가 유로를 쉽게 개방하려는 목적으로 상기 제1유로(31)의 길이 방향 단면 상에서 상부에 위치하기 때문이다. 만일, 밸브 힌지(42)가 유로의 높이 방향 중간부에 위치되는 경우에는 밸브 스톱퍼(44)의 위치 또는 구조가 달라질 수 있다.

[0071] 도8과 도9에는 상기 밸브 스톱퍼(44)의 바람직한 실시 예들이 제시되어 있다. 상기 밸브 스톱퍼(44)는 일반적으로 상기 밸브 힌지(42)에서 가장 가까운 상기 밸브 플랩(41) 단부에 장착되는 탄성체일 수 있다.

[0072] 본 발명에 따른 또 하나의 부가적인 문제는 엔진의 흡입 공기량 최대 시 밸브 플랩(41)의 자중 및 스프링력에 의해 밸브 플랩(41)의 개방양이 부족해질 수 있다는 점이다. 이 경우 흡기 유동 저항이 커져서 엔진 출력이 감소할 수 있다. 밸브 스프링(43)의 스프링력을 절반으로 축소하여도 상기 문제가 해결되지 않았으며 상기 스프링력의 과도 축소 시 밸브 플랩(41)의 복귀가 이루어지지 않는 경우도 발생하였다.

[0073] 도10은 본 발명의 실시 예에 따른 밸브 플랩의 형상에 따라 유로 단면적의 변화를 나타낸 에어 덕트의 길이 방향 단면도이다.

[0074] 도11은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 굽은 형상의 밸브 플랩의 측면도이다.

[0075] 도10을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 가변 흡기 시스템에서는 엔진의 공기 흡입력으로 인해 밸브 플랩(41)의 에어 덕트(10) 길이 방향 후면에 형성되는 부압(negative pressure)이 상기 밸브 플랩(41)의 회전 운동의 주요 인자임에 착안하여 상기 회전 운동이 더 쉽게 일어날 수 있고 유로 단면적의 변화가 최대가 될 수 있도록 밸브 플랩(41)의 측면 형상이 벤딩되도록 하였다.

[0076] 도10에는 상기 밸브 플랩(41)의 유로의 길이 방향 단면 상에서 그 하부가 상부와 미리 설정된 각도를 이루도록 꺾여있는 형상이 제시되고 도11에는 상기 밸브 플랩(41)의 상부에서 하부로 갈수록 완만하게 굽어지는 형상이 제시되어 있다.

[0077] 상기 밸브 플랩(41)의 형상은 도10 및 도11에서 보는 바와 같이 밸브 힌지(42)의 중심과 상기 밸브 플랩(41)의 상부를 잇는 연장선에 대해 상기 밸브 플랩(41)의 하단이 상기 밸브 플랩(41)의 열림 방향으로 이격되어 있게 된다. 본 발명에 따른 여러 가지 실시 예를 통해 밸브 플랩(41)의 형상을 다양하게 변경하여 유로 단면적의 변화를 흡기 유동 성능과 소음 감쇄 성능 목표에 따라 튜닝할 수 있다.

[0078] 도10에는 본 발명의 실시 예에 따른 정지턱(60, stopping projection) 및 정지홈(61, stopping groove)이 도시

되어 있다. 상기 정지턱(60) 또는 상기 정지홈(61)은 에어 덕트(10)의 길이 방향 단면의 상부 또는 하부에 형성 또는 장착되어 밸브 플랩(41)의 원 위치 복귀 시 상기 밸브 플랩(41)의 상단 또는 하단이 걸려서 상기 정지턱(60) 또는 상기 정지홈(61)에 멈추도록 한다. 아울러, 상기 밸브 플랩(41)의 초기 위치를 결정하는 역할도 한다. 도10에는 상기 정지턱(60)과 상기 정지홈(61)이 상기 에어 덕트(10)의 하부에 각기 형성되어 있는 모습이 도시되어 있다.

- [0079] 도12는 밸브 플랩 형상에 따른 공기 유동 저항(flow resistance)의 비교 그래프이다.
- [0080] 도12를 참조하면 스프링력을 절반 축소 시 흡기 유동 저항이 최대 0.5kPa만 감소되는 것에 비해 밸브 플랩(41)의 형상 변경(벤딩) 시 최대 1.3kPa의 흡기 유동 저항 감소 효과를 얻을 수 있다.
- [0081] 도13은 흡기 시스템의 음향 전파의 원리를 나타내는 개략도이다.
- [0082] 도13을 참조하면, 엔진으로부터 전달되는 음파는 급격히 단면이 확장되는 에어 클리너(50)에 와서는 음향 임피던스의 차이로 음향 반사를 일으키며 이 반사파는 엔진으로부터의 입사파와의 음향 간섭 또는 중첩을 통해 감쇄가 일어날 수 있다.
- [0083] 에어 클리너(50)를 거치면서 감쇄되고도 계속 전파되는 잔류의 음파는 에어 덕트(10)를 거쳐 흡입구로 토출되는데 이 때 이 잔류파가 에어 덕트(10) 내의 음장(sound field)을 가진(excite)하여 기하형상에 의한 특정 주파수 영역에서의 기주공명(air column resonance)이 발생할 수 있다. 이는 추가적인 소음원이 된다. 이러한 기주공명 주파수는 식(1)의 음향 이론식에 의해 계산되며 에어 덕트(10)의 유로 직경 보다는 길이에 의해 결정된다. 이 때 식(1)은 에어 덕트(10)의 횡단면이 원인 경우의 관계식이지만, 상기 횡단면이 원이 아닌 경우에도 기주공명 주파수의 변화 경향은 식(1)에 따른다.

$$\text{기주공명주파수} = \frac{\text{음속}}{2 \times (\text{기주의 길이} + 0.3 \times \text{기주의 직경})} \times \text{정수}(1, 2, \dots)$$

- [0084] (1)
- [0085] 식(1)에 따르면 최고 음압 레벨의 차이는 크지 않아도 소음이 발생하는 엔진 RPM의 위치, 즉 공명 주파수는 달라질 것임을 이해할 수 있다. 예를 들어, 기주의 길이가 길어지면 상기 식(1)의 분모가 커지므로 기주공명 주파수가 작아진다.
- [0086] 다시 한 번 도3을 참조하여 설명하면, 제1유로(31)의 길이는 L1, 제2유로(32)의 길이는 L1+L2, 상기 제1유로(31)의 횡단면의 직경은 D1, 그리고 상기 제2유로(32)의 상기 제1유로(31)와 공유되지 않는 부분의 횡단면의 직경은 D2라고 할 때 낮은 RPM에서는 상기 제1유로(31)의 제1흡입구(21) 쪽 일단에 위치한 가변 밸브(40)가 닫히므로 상기 식(1)의 기주의 길이는 L1+L2가 되고 기주의 직경은 D1과 D2에 관계된 임의의 값이 된다. 이는 D1이 D2 보다 더 클 수 있기 때문이며, 기주의 길이에 따른 영향이 더 강하므로 상기 식(1)의 기주의 직경을 D1과 D2의 중간값으로 취해도 기주공명 주파수 튜닝에는 큰 문제가 되지 않는다.
- [0087] 기주의 길이가 L1+L2로 길어짐에 따라 제1차 기주공명 주파수는 상대적으로 매우 작아지고 이로 인해 매우 낮은 엔진 RPM 상황에서 제1차 기주공명이 발생하게 된다. 이 때 엔진 RPM은 에어 덕트(10) 내 음장을 가진(excitation)하는 주파수(Hz)로 환산될 수 있다. 단위 환산 방법 및 이 환산된 가진 주파수(excitation frequency)와 상기 제1차 기주공명 주파수가 일치하는 경우 기주공명이 발생함은 자명하므로 자세한 설명은 생략한다.
- [0088] 일반적으로, 차량 출발 직후에는 완만하게 가속하며 이 때는 엔진으로부터의 음향 가진(acoustic excitation)의 크기가 매우 작다. 따라서 L1+L2 와 D1 및 D2를 튜닝하여 엔진 RPM의 완가속 구간 내로 제1차 기주공명 주파수가 위치할 수 있도록 하면 저 RPM에서의 기주공명에 의한 부가적인 소음 문제는 효과적으로 해결될 수 있다. 특히 저 RPM일수록 엔진으로부터의 음향 가진의 크기가 작아지므로 상기 제1차 기주공명 주파수를 최소화하는 것이 가장 좋은 해결 방법이다.
- [0089] 높은 RPM에서는 제1흡입구(21) 쪽 상기 제1유로(31) 일단에 위치한 상기 가변 밸브(40)가 열리므로, 흡기 유동 저항은 낮아져 엔진 출력이 증대되며 에어 덕트(10)의 유로 길이는 L1으로 작용하게 된다. 따라서 상기 식(1)의 기주의 길이는 L1, 기주의 직경은 D1으로 놓을 수 있다. 상기 식(1)에 따라 매우 높은 엔진 RPM 상황에서 기주

공명이 발생하게 된다. 이는 상기 식(1)에 따라 제1차 기주공명 주파수가 상대적으로 매우 커지기 때문이며 기주공명이 발생하려면 주행 중 상용 RPM 구간 내에 상기 제1차 기주공명 주파수가 위치해야 한다. 따라서, L1 및 D1을 튜닝하여 상기 제1차 기주공명 주파수를 엔진 RPM의 상용 구간, 즉 2000~5000RPM 구간을 벗어나 위치하도록 높이면 엔진 소음의 토출음 문제뿐만 아니라 상기 기주공명에 의한 부가적인 소음 문제가 동시에 해결될 수 있다. 엔진 소음의 토출음 문제의 해결 원리에 관해서는 도3에 관한 앞선 설명에서 이미 다루어진 바 있다.

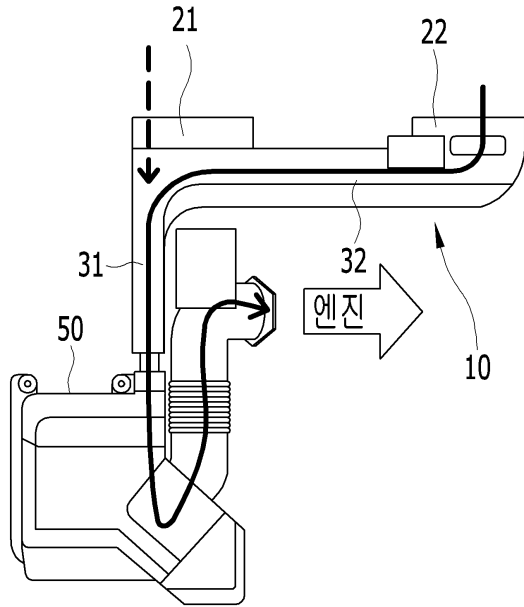
- [0090] 도14는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따라 복수 개의 가변 밸브가 설치된 상태를 나타내는 개략도이다.
- [0091] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 엔진 소음의 토출음 감쇄뿐만 아니라 가변 밸브(40)의 위치 변경을 통해 원하는 대역의 주파수를 강조한 스포티, 다이내믹 음색 등을 개발할 수 있다. 즉, 제1흡입구(21)를 제2흡입구(22) 쪽으로 이동시킴에 따라 음색이 변화하므로 원하는 음색을 미리 설정할 수 있다.
- [0092] 또한, 도14와 같이 1개의 에어 덕트(10)에 위치 별로 다수의 가변 밸브(40)를 적용하거나 본 발명의 실시 예에 따른 가변 밸브(40)를 채용한 복수 개의 에어 덕트(10)를 구비하여 더욱 정밀한 사운드 튜닝이 가능하다.
- [0093] 이상으로 본 발명에 관한 바람직한 실시 예를 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시 예에 한정되지 아니하며, 본 발명의 실시 예로부터 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의한 용이하게 변경되어 균등하다고 인정되는 범위의 모든 변경을 포함한다.

부호의 설명

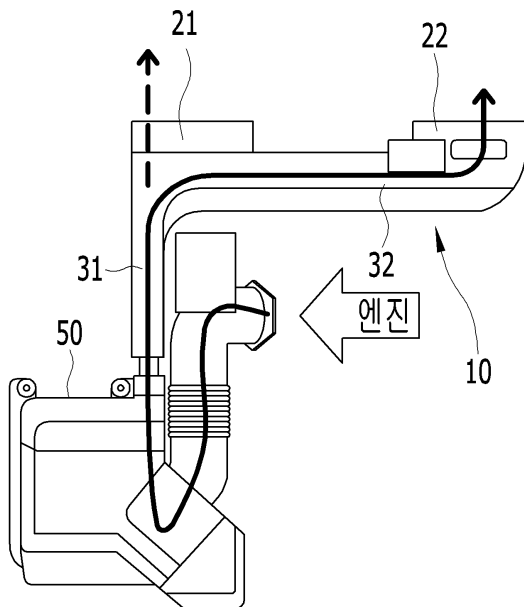
- [0094] 10: 에어 덕트 21: 제1흡입구
- 22: 제2흡입구 31: 제1유로
- 32: 제2유로 40: 가변 밸브
- 41: 밸브 플랩 42: 밸브 힌지
- 43: 밸브 스프링 44: 밸브 스톱퍼
- 50: 에어 클리너 60: 정지턱(stopping projection)
- 61: 정지홈(stopping groove)

도면

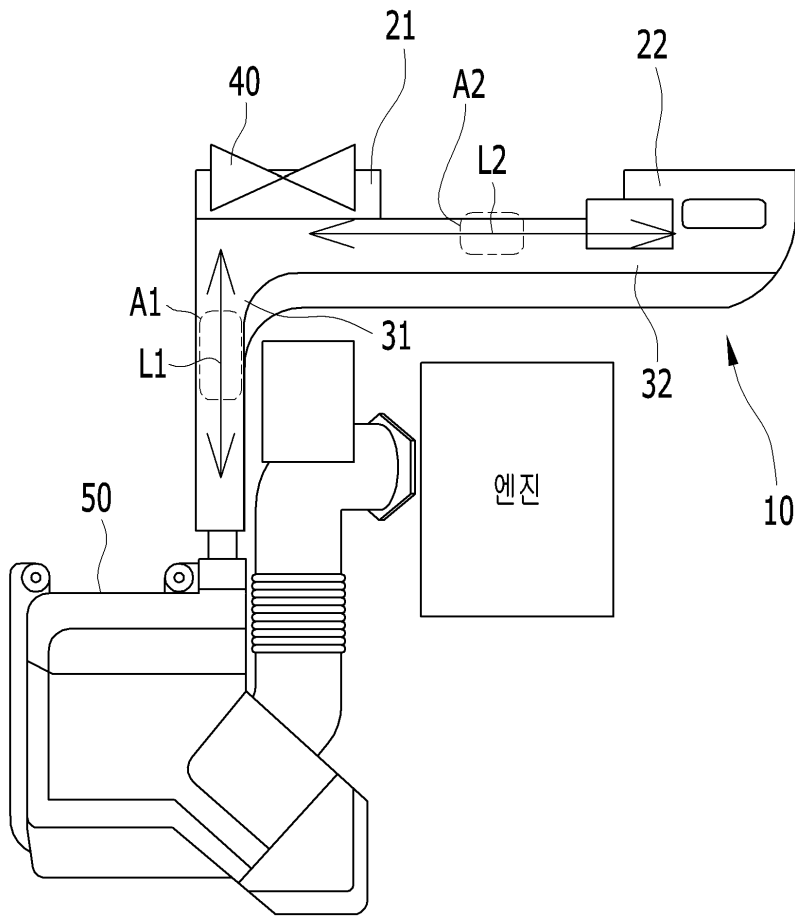
도면1



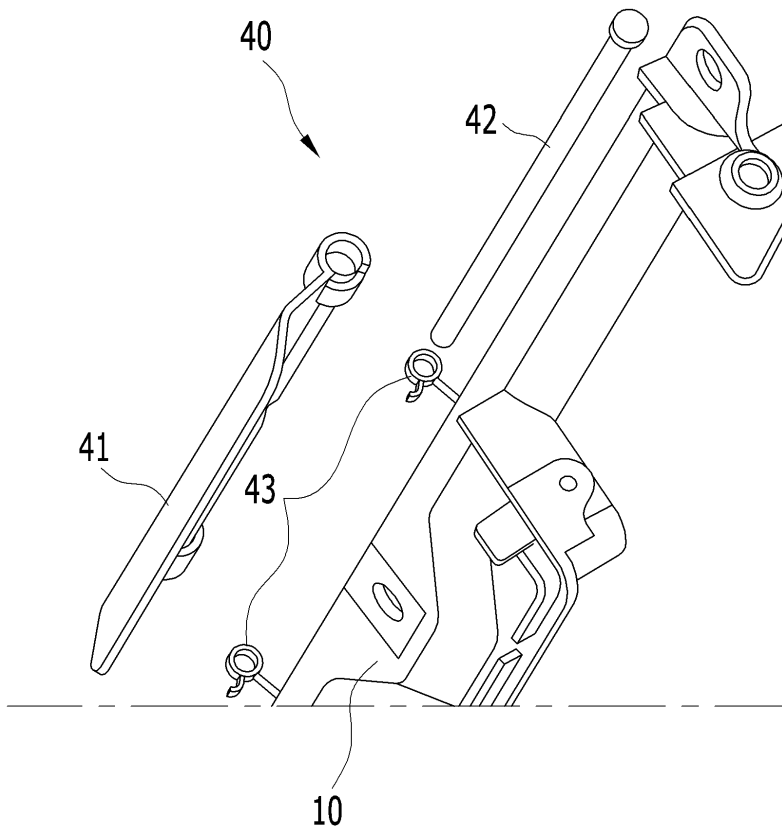
도면2



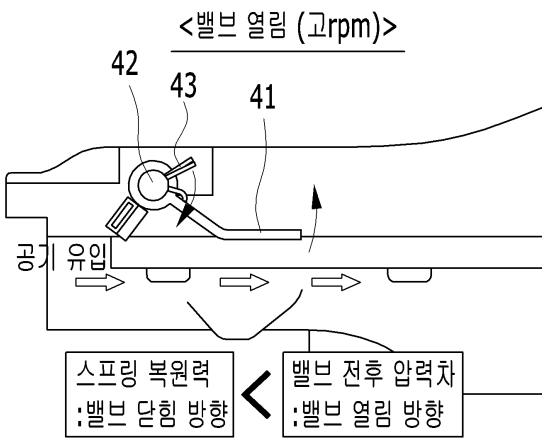
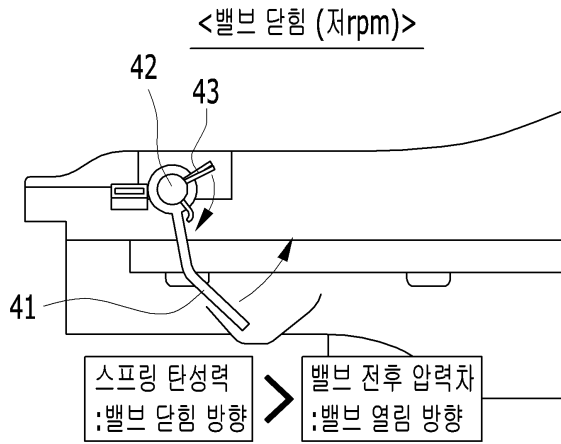
도면3



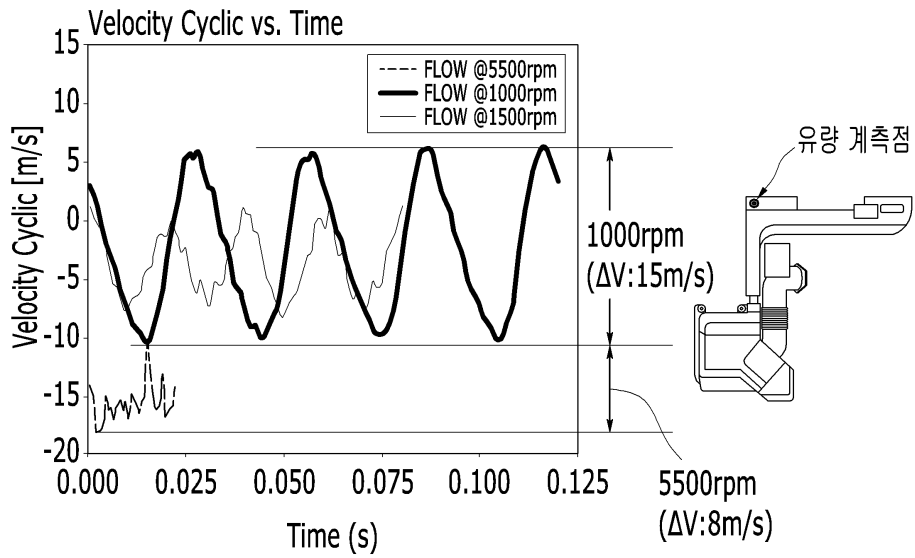
도면4



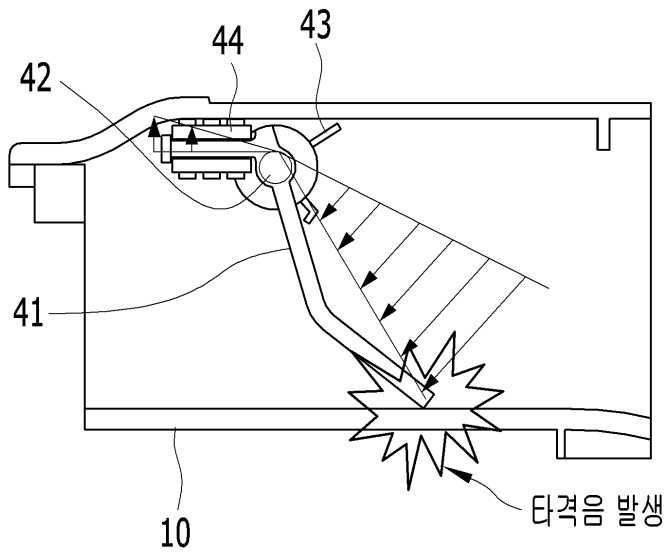
도면5



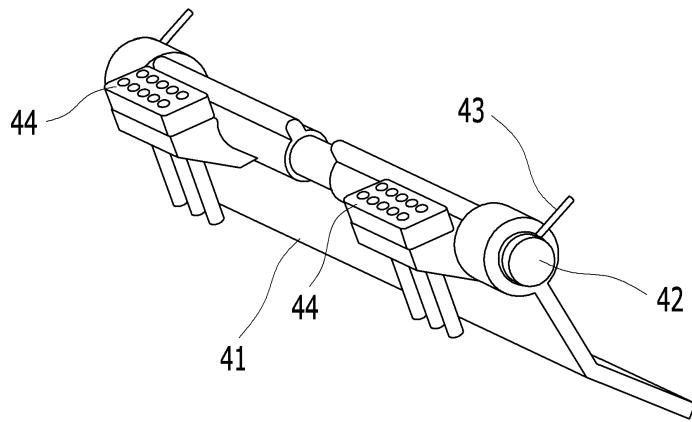
도면6



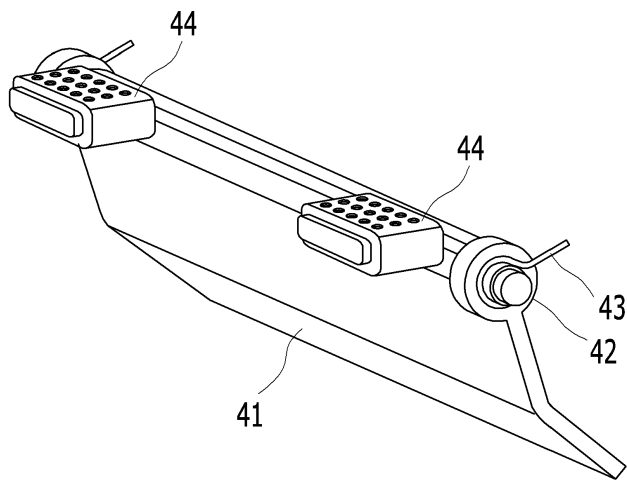
도면7



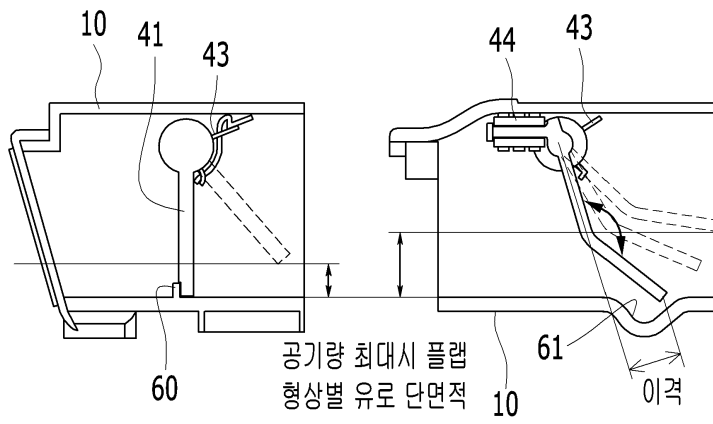
도면8



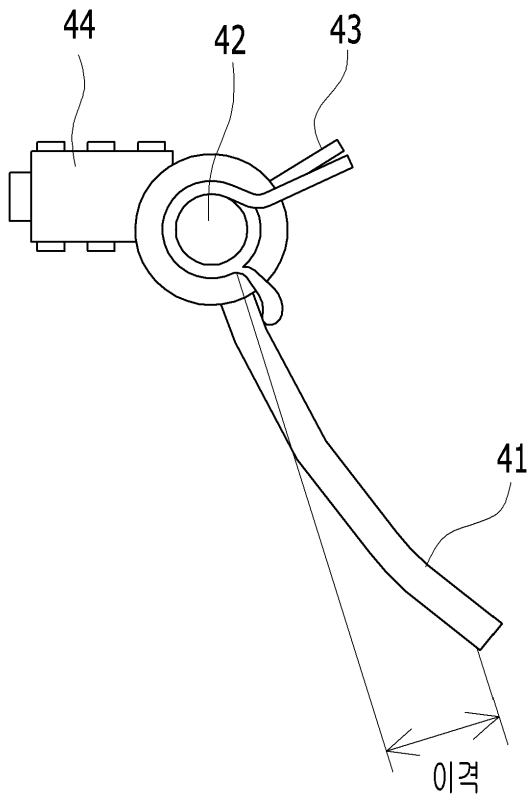
도면9



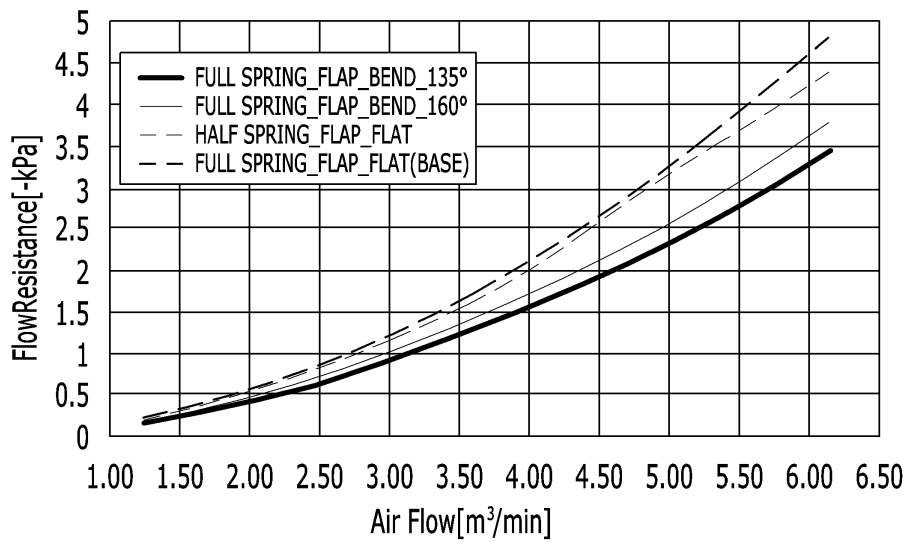
도면10



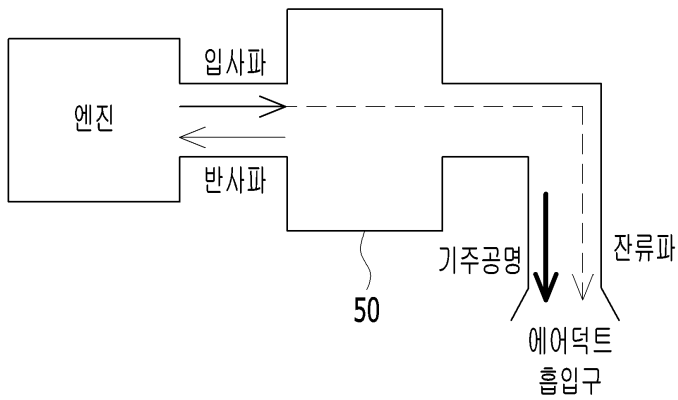
도면11



도면12



도면13



도면14

