

# 반능동형 머플러

현대자동차(주)  
蔡成洙 선임연구원

## I. 개발과정

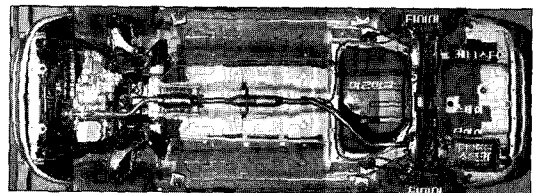
### 1) 개발동기 및 배경

일반적으로 자동차용 소음기는 배기소음을 저감시키기 위해서는 엔진출력이 감소하고 엔진출력을 향상시키기 위해서는 배기소음이 증가하는 상호 이율 배반적인 특징을 가지고 있어서 소음기 설계자는 일반적으로 배기소음 변화와 엔진출력 변화량 사이에서 적절하게 타협 점을 찾을 수밖에 없는 상황에서, 일반 고객들은 보다 높은 엔진출력을 가지면서 동시에 조용한 차량을 끊임없이 요구하고 있다.

그리고, 당사는 갈수록 경쟁이 치열해지는 세계 자동차 시장에서 차량 상품력을 증대 시키기 위한 주요 방안으로서 고출력 엔진을 탑재하면서 NVH 성능도 우수한 차량 개발을 목표로 하고 있다.

상기와 같은 환경에 대응하기 위해서, 소음기 설계자는 통상적으로 소음기 용량을 증대 시키는 방법을 선택하여 약간의 효과를 얻을 수 있으나, 이는 각종 신기술을 탑재하고 연료탱크, 케니스

터 및 타이어 크기 등이 증대되는 상황에서 소음기 용량 증대는 불가능하고 오히려 소음기 용량 축소가 필요한 상황도 발생하고 있으며, 원가 및 중량 측면에서도 매우 불리하여 현실적인 제약이 너무 많은 방안이다.



결국, 상기와 같은 어려움을 극복하기 위해서, 즉 배기소음 저감 및 엔진 출력 향상, 차량 탑재 공간 부족문제 등을 해결하기 위해서는 기존의 수십년 간 사용해오던 소음기 방식이 아닌 새로운 개념의 소음기가 절실하게 필요한 상황이었고, 이를 위해 본 발명자는 1998년 1월부터 개발에 착수하여 약 2년 반에 걸쳐서 반 능동 소음기를 개발하였다.

개발한 반 능동 소음기를 사용하여 상기와 같은 상충된 목표들을 동시에 달성할 수 있었으며

본 소음기를 2000년 4월부터 당사 아반테 XD차량에 적용하기 시작하였고, 2001년 10월부터는 당사 그랜저 XG 3.5 차량에 적용하여 북미 시장에도 판매중이다. 또한, 장기적으로 당사 전차종 적용 계획을 수립하였으며, 현재는 2개 차종에 대해서 양산을 위한 평가가 진행중이다.

## 2) 발명자의 공헌도

본 발명자는 1988.12월 입사 이래, 현재까지 자동차 배기계(소음기) 설계를 담당하고 있으며, 그 동안 EF 소나타 등을 포함하여 10여 개 차종에 대해서 소음기 설계 및 개발을 담당하였으며, 이 과정에서 기존 소음기 방식의 장점과 단점 및 자동차 소음기의 궁극적인 목표 및 현재의 환경을 누구보다도 정확하게 파악할 수 있었다.

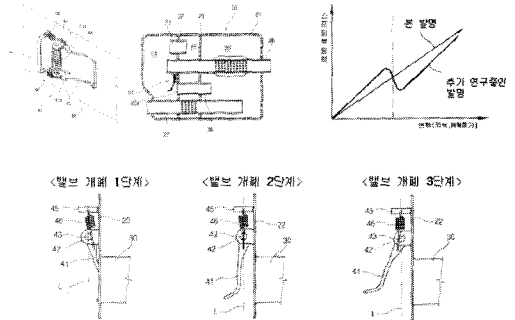
기존 소음기와는 개념적으로 다른 새로운 소음기 연구를 위해 1995년도에 약 1년간 영국에 유학하여 소음기 설계의 기초가 되는 음향학 및 유체역학을 공부하였으며, 이를 바탕으로 1998년도부터 반 능동 소음기 개발에 착수하였다.

이를 위해 발명자는 특허팀과 관련 부분에 대한 특허 조사를 2회에 걸쳐서 실시하였으며, 이를 바탕으로 반 능동 소음기를 국내 및 해외에 특허 출원하였다.

특허 출원을 통해 특허권을 확보한 후에는 실차 적용을 위해 반 능동 소음기의 내부 구조 튜닝 및 밸브 내구력(특히, 내장 스프링 내구력) 확보를 위해 항공기에만 적용되고 있는 인코넬이라는 특수 재질을 소음기 실정에 맞게 적용하는 등의 업무를 수행하였으며 최종적으로는 평가팀과 합동으로 성능 및 내구력 평가를 수 차례 실시하여 양산화에 성공하였다

양산화에 성공한 이후에도 반 능동 소음기의 성능을 더욱 증대 시키기 위한 지속적인 연구활

동을 실시하여 이 분야에만 총 9건의 국내 및 해외특허를 출원하는 실적을 갖고 있으며, 특히, 아래와 같은 반 능동 소음기 성능 증대 발명은 성능 효과가 매우 우수할 것으로 판단되어 현재 집중적인 연구를 수행하고 있다.

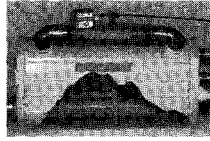
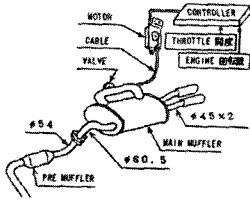


상기와 같은 공로가 인정되어 2000년도에는 아반테 XD 기술상을 수상하는 등의 경력을 가지고 있다.

## 3) 기술동향의 파악

본 발명의 기본적인 이론 및 개념은 관련 서적 및 해외 학술대회 발표 논문 등을 통하여 습득하였으나, 이러한 개념을 달성하기 위한 구체적인 실현 방법에 대한 정보는 얻을 수가 없었다.

그리고, 당사 1993년에 양산한 그랜저 차량에 반 능동 소음기 개념이 부분적으로 반영된 소음기를 일본 미쓰비시 자동차의 도움으로 적용할 수 있었으나, 이는 3000rpm 영역에서 on/off되도록 모터와 밸브 및 컨트롤 유닛을 장착하여야 하는 복잡한 시스템으로서 성능 및 원가/중량 측면에서 효율적이지 못하였고, 그 이후 당사 차량에는 적용하지 않고 있다.



정보밖에는 얻을 수 없었으며, 이들의 정보제한과 부품 업체들의 과대한 요구 등으로 인하여 구체적인 기술 동향의 파악이 매우 어려웠다

#### 4) 연구개발 계획수립 및 개발 과정

상기 제품은 특정 rpm에서 밸브가 on/off 되도록 설정되어 있어, 차량 운전시에 rpm이 다양하게 변화하는 조건에서는 효율이 떨어진다는 점에 착안하여, 이를 개선하기 위한 노력이 선진 자동차 메이커를 중심으로 연구되고 있다는 정도의

당사 신기술 개발 시스템에 등록하여 1998년도부터 본격 개발에 착수하였으며 연구소장에게 2000.7.10 최종 개발 완료 보고 하였다

본 연구개발 과정을 각 단계별로 요약하면 아래와 같다.

단계별 기술개발과정 (개념 정립 → 특허 출원 및 설계 → 시작품 개발 → 양산품 개발 → 생산)			
단 계	소요기간	기술개발내용(자체기술개발내용중심)	연구개발비
1 단계 (개념 정립)	1998. 01. 01 ~1998. 06. 30	- 유사 시스템 비교분석 및 개발 가능성 연구 - 해외 유사 System Bench Marking 및 평가 - 국·내외 특허여부 조사	2,250만원
2 단계 (특허출원 및 설계)	1998. 07. 01 ~1999. 01. 31	- 기본개념에 대한 배기계 적용 가능성 검토 - 특허 출원 - Spring 특성값 Tuning 방법 연구 - Spring Inconel 718 열처리 관련 Spec 설정 - 소용기 내부구조 설정	4,375만원
3 단계 (시작품 개발)	1999. 02. 01 ~1999. 09. 31	- 가공방법 및 조립방안 검토 - Prototype Sample 제작을 위한 도면 작업 - Prototype Sample 제작 및 내구장비 개발 - 엔진대상 평가: 배기소음 및 배압,내구성 - Spring 및 Valve 특성값 설정 - 유한요소 해석과의 상관 관계 규명 - 추가 특허 출원(국내, 해외) - 양산품 개발을 위한 도면 작업	13,000만원
4 단계 (양산품 개발)	1999.10.01 ~2000.03.30	- 양산용 부품 제작 및 양산 TOOL 준비 - 엔진대상 평가: 배기소음 및 배압 - 완성차 평가: 배기소음 및 배압 - 내구성 평가: 완성차 및 엔진대상 - 실차 소음 수준 및 내구 평가	16,750만원
5 단계 (적용)	2000.04.01 ~	- 양산 준비 및 양산 Line Set-Up - 양산 문제점 확인 및 개선 - 당사 이반테 XD 차량에 적용	625만원

## II. 권리화 과정

### 1) 국내 특허 출원 및 등록 현황

	발명의 명칭	출원일	출원번호	등록일	등록번호
1	내연기관용 머플러의 밸브	99.01.15	10-1999-000083	01.09.24	0311156호
2	머플러의 밸브 장치	99.02.18	10-1999-0005340	01.09.26	0311426호
3	내연기관용 반능동 소음기	99.06.10	10-1999-0021493	01.09.03	0309010호
4	소음기용 밸브	00.02.24	10-2000-0009055	01.09.06	2001-0084196gh
5	가변 머플러 시스템	00.03.21	10-2000-0014210		
6	머플러용 2단제어가변구조	01.06.18	10-2001-0034275		
7	엔진출력 향상 가변밸브	01.07.09	10-2001-0040777		
8	차량의 반 능동 소음기	01.09.28	10-2001-0060591		

### 2) 해외 특허 출원 및 등록 현황

	발명의 명칭	출원국	출원일	출원번호	등록일	등록번호
1	Semi Active	미국	99.10.28	09/429,846	01.1.23	US 6,176,347 B1
2	Muffler for	일본	99.12.28	평11-375601		
3	Internal Combustion	영국	99.10.27	99121408		
4	Engine	독일	↑	↑		
5		프랑스	↑	↑		

## III. 기술성

### 1) 독창성과 개량성

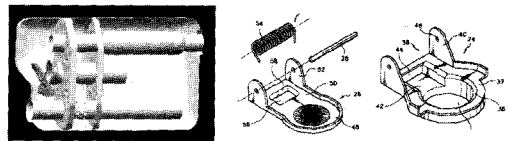
일정용적의 밀폐공간을 갖는 케이스의 내부 중간에 제1 챔버를 두고 그 양측에 제1, 2 배플을 배치하여 제2, 3 챔버로 구획하고, 상기 챔버들을 인렛 파이프와 아웃렛 파이프, 그리고 제1, 2 바이패스 파이프에 의하여 상호 연통시켜 배기가스가 인렛 파이프를 유입되어 아웃렛 파이프를 배출되도록 구성되는 소음기에 있어서, 배기가스가 제1 챔버와 제2 챔버로 동시에 공급되도록 인렛 파이프를 배치하고, 제1 챔버와 제2 챔버가 각각

제1, 2 바이패스 파이프를 통해 제3 챔버와 연통되며, 상기 제3 챔버가 외부와 연통되도록 아웃렛 파이프를 배치하며, 상기 제2 바이패스 파이프의

하류측단에는, 본체의 중앙부에 중앙공이 형성되고, 일측 연장부에 밸브판 지지구가 형성되며, 상기 밸브판 지지구의 사이에 일단이 상기 중앙공까지 연결되는 요입부가 형성된 밸브 지지부재와; 원판부 일측 연장부에 상기 밸브 지지부재의 힌지부에

힌지 결합되는 힌지 돌출부가 형성되며, 이의 힌지 돌출부 사이에는 상기 밸브 지지부재의 요입부에 자유롭게 출입할 수 있는 요입부가 형성된 밸브판과;

상기 밸브판을 밸브 지지부재에 연결하여 주는 힌지핀에 결합되어 상기 밸브판이 항상 닫히는 방향으로 탄성력을 가하는 탄성부재를 포함하는 밸브로 이루어짐을 특징으로 하는 소음기 구조.



밸브 지지부재의 요입부 후벽과 밸브판의 요입부의 후측 부분이 힌지부분과 동일선상에서 접속할 수 있도록 하여 접촉소음을 저감시키는 구조

밸브판은 닫힘시 원판부의 가장자리가 중앙공의 가장자리와 일정 간격을 유지할 수 있도록 형성하여 접촉소음을 방지하는 구조

## IV. 실용성

### 가. 실시 및 상업적 생산의 가능성

본 발명은 2000. 3.2일 당사 아반테 XD 차량에 최초 적용된 이후, 2002년 3월 뉴 그랜저 XG 3.5 엔진에 추가 적용 하였으며, 장기적으로 당사 전 차량에 확대 적용 계획을 수립하였으며 현재는 2 개 차종에 양산 적용을 위한 평가가 진행중이다.

참고로 2001년까지의 반 능동 소음기 생산실적 및 2004년까지의 예상 생산 실적은 다음과 같다.

구 분		2000년	2001년	2002년 (예상)	2003년 (예상)	2004년 (예상)
매 출 액 (억 원)	내 수	16.7	24.3	25.0	94.7	156.4
	수 출	-	6.2	20.2	26.6	43.9
	소 계	16.7	30.5	45.2	121.3	200.3
생산량 (단위:만대)		5.5	9.1	13.2	31.2	51.5

### 나. 국내기술수준의 실시 가능성

반 능동형 머플러의 개발 과정에서 설명한 바와 같이, 당사의 독자적인 신기술개발 계획 시스템에 등록하여 시스템 구상 및 각종 부속 부품에 대한 고안/설계/평가가 진행되었으며, 기존의 국내 부품 업체와 협력하여 100% 순수한 국산 기술로 개발하였다.

그 결과, 당사가 2000년 4월 판매 시작한 아반테 XD 머플러는 이전 차종인 아반테 머플러보다 약 1만원의 원가절감 효과 및 중량 절감 효과와 더불어 엔진출력 향상과 배기소음 저감을 동시에 달성하는 효과가 발생하였으며, 부품 업체들의 생산성이 매우 증대되어 해외 경쟁업체와 겨룰 수 있는 기술 개발력을 확보하였다.

### 다. 국내외 시장의 존재여부 및 파급효과

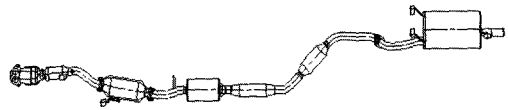
본 발명은 자동차 머플러의 배기소음 저감과 엔진출력 향상이라는 2개의 상충된 목표를 달성할 수 있는 반 능동형 소음기로서, 당사에서는 현재 2개 차종에 적용중이다. 그리고 장기적으로 당사 전 차량에 확대 적용 계획을 수립하였으며 현재는 2개 차종에 양산 적용을 위한 평가가 진행중이다

## V. 경제성

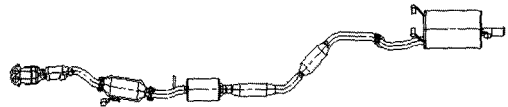
### 가. 제품 원가 및 중량 절감

아반테 XD 차량에 본 발명을 적용한 결과, 이전 차종인 아반테 차량 배기계 대비하여 소음기 개수를 4개에서 2개로 축소하고 소음기 용량을 23리터에서 19리터로 축소 가능하여 아래와 같은 원가절감 및 중량 절감을 달성 하였다.

#### ● 아반테 배기계



#### ● 아반테 XD 배기계



#### ● 원가 및 중량 비교

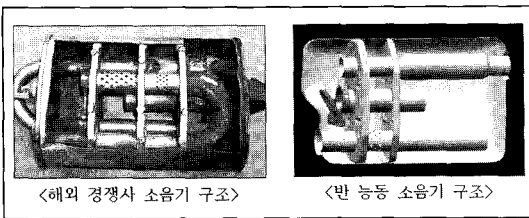
차종	생산일	소음기 유형	원가(W)	중량(kg)
아반테	95.4 ~ 2000.3	일반 소음기	70,594	246
아반테 XD	2000.4 ~ 현재	반 능동 소음기	60,291	17.7

### 다. 배기소음 저감 및 엔진 출력 향상 동시 달성

아반테 XD 차량에 본 발명 적용한 결과, 상기와 같은 효과를 가지면서도 배기소음을 4dB 저감시켰으며, 동시에 엔진출력을 3마력 증대시켰다. 엔진본체에서 더 이상의 출력증대가 한계에 다다른 상황에서 3마력의 엔진 출력 증대는 매우 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다

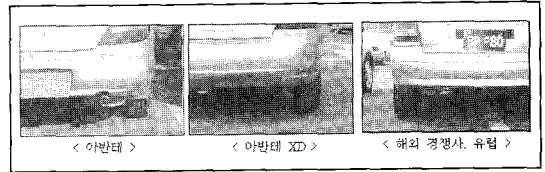
### 라. 생산성 향상

소음기 내부 구조를 단순화시킬 수 있어서 부품 개발을 위한 금형 투자비 및 품 조립을 위한 지그 설치 비용이 절감 되었으며, 생산 조립 라인 단순화로 인한 생산성 향상 및 품질 향상등의 무형적인 효과도 매우 크다고 할 수 있다.



### 마. 기타 효과

상기와 같은 효과 이외에 차량 후방에서의 소음기 보임량을 축소시켜서 후방 미관을 대폭적으로 개선하는 효과를 얻었다.



### 바. 대외국 특허료지불 감소여부

당사 독자기술에 의한 상품화/특허권 확보에 따라서 별도의 대외국 특허료 지불 없음.

발특2003/3

