

# 가변용량 터보차저

## VGT (Variable Geometry Turbocharger)



조 영 호 / 한국특허정보원  
Youngho Cho / Korea Institute of Patent Information

오늘날 세계 각국은 자국의 경쟁력은 첨단 기술의 지식재산권 보유 여부에 따라 좌우된다는 인식하에 지식재산권 확보에 총력을 기울이고 있는 것이 현실입니다. 이와 같은 선진국으로서의 위상을 확고히 하고 효율적인 특허전략을 세우기 위해서 무엇보다 중요한 것은 특허정보의 활용입니다.

본 고에서는 한국특허정보원내 선행기술조사본부에서 전문조사원들이 각 분야별로 작성하는 특허동향보고서 중 '가변용량 터보차저' 이라는 테마의 특허동향을 소개함으로써 관련 기업체 및 국내산업발전에 미력하나마 도움이 되고자 합니다.

### 1. 서론

터보차저는 비행기 제작회사인 에어리서치사가 최초로 개발했으며 연이어 미국의 라제이사 등이 터보차저를 개발했다. 터보차저가 유명해진 것은 역시 1차대전 중 항공기 엔진에 사용되면서부터였다. 자동차에는 1950년대에 미국의 GM사가 최초로 장착

했으나 대중화되지 못하였고 승용차에의 본격적 등장은 1974년 BMW가 2002 터보를 시판하면서부터였으며 현재에는 트럭, RV, 보트 심지어 모터사이클에 이르기까지 거의 모든 엔진에 터보차저가 적용되고 있는 실정이다. 그러나 기존의 터보 엔진은 강화된 배기 가스 기준에 의한 공해문제와 저속영역에서의 응답성이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 차세대 터보엔진인 가변타입 터보차저가 개발되어 현재 많은 차종에 적용되고 있다.



<그림 1> 가변용량터보차저를 장착한 현대자동차의 싼타페

## II. 본문

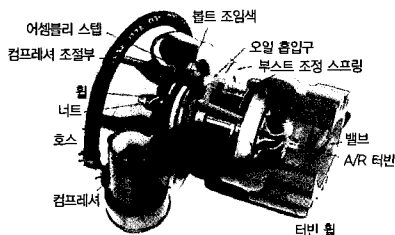
### 1. 터보차저(Turbochargers)

#### 1-1. 터보차저의 구조

터보차저는 배기가스의 압력에 의해서 고속으로 회전되어 공기를 가압하는 임펠러(Impeller), 배기가스의 열에너지를 회전력으로 변환시키는 터빈(Turbine), 터빈 축을 지지하는 플로팅 베어링, 과급 압력이 규정 이상으로 상승되는 것을 방지하는 과급 압력 조절기, 과급 된 공기를 냉각시키는 인터쿨러, 분사 시기를 조절하여 노킹이 발생되지 않도록 하는 노킹 방지 장치 등으로 구성되어 있다.

##### 가. 임펠러(Impeller)

임펠러는 흡입 쪽에 설치된 날개로서 공기를 실린더에 가압 시키는 역할을 한다. 디젤 기관의 임펠러는 직선으로 배열된 레이디얼형(Radial Type, 고속 회전에 유리)이 사용되고 가솔린 기관의 임펠러는 나선형(Spiral)으로 배열된 백워드형(Backward Type Impeller, 저속회전에도 효율이 좋음)이 사용된다.



<그림 2> 터보차저의 구조

##### 나. 터빈(Turbine)

터빈은 배기 쪽에 설치된 날개로서 배기가스의 압력에 의하여 압축기를 회전시켜 배기가스의 열에너지를 회전력으로 변환시키는 역할을 하며, 터빈의 날개는 레이디얼형(Radial Type Turbine)이 사용된다. 따라서 터빈은 기관의 작동 중에는 배기가스의 온도를 받으며, 고속으로 회전하기 때문에 원심력에 대한 충분한 강성과 내열성이 있어야 한다. 엔진이 작동할 때 각 실린더의 배기 밸브를 통하여 배출되는 배기 가스는 터빈의 하우징 안에서 바깥 둘레로부터 터빈의 날개와 접촉되어 회전시키고 배기관을 통하여 배출된다. 이 때 흡입 쪽에 설치된 임펠러가 동일 축에 설치되어 있기 때문에 회전하게 된다.

##### 다. 과급 압력 조절기(Super Pressure Relief)-Wastegate

과급 압력 조절기는 과급 압력이 규정 값 이상으로 상승되는 것을 방지하는 역할을 한다. 과급 압력을 조절하지 않게 되면 허용 압력 이상으로 상승되어 기관이 파손되므로 과급 압력을 조절하여야 한다. 압력을 조절하는 방법으로는 배기 가스를 바이패스(By-pass)시키는 방법과 흡입되는 공기를 조절하는 방식이 있다.

#### 1-2. 터보차저 래그(Turbocharger Lag)

부분부하 상태와 정상 운전 중의 터보차저는 공회전 상태이다. 이 경우 흡기 매니폴드 내는 진공 상태가 되며, 배기가스는 거의 터빈을 통과하지 않으므로, 압축기가 너무 느리게 회전해서 흡입 공기를 압축할 수가 없다.

운전자가 더 많은 동력을 발생시키기 위하여 가속 페달을 밟을 때 스로틀 밸브가 열리게 된다. 더 많은 공기와 연료가 엔진으로 흡입되어 흡기 매니폴드의 진공 상태는 감소된다. 추가된 혼합기의 연소는 배기 가스의 흐름을 증가시키게 되어 이것이 압축기가 부스트 공기를 공급할 때까지 터빈과 압축기의 속도를 증가시킨다.

터보차저가 부착된 차들의 많은 운전자들은 터보 래그에 대한 불평을 한다. 이것은 스로틀 밸브가 열리고 터보차저가 추가 동력을 공급할 때까지 느껴지는 지연 시간이다. 터보래그는 공회전 상태의 터빈이 과급압에 도달하는 데 요구되는 시간이다. 또한 인터쿨러에 소요되는 시간과 흡기관 내가 진공 상태로부터 압력이 존재하는 상태로 되기 위하여 공기를 채우는 데 걸리는 시간이 추가된다. 전체의 래그 시간은 0.5초이거나 그 이상일 수 있으며, 이러한 터보래그는 많은 운전자들의 관심을 끄는 부분이다.

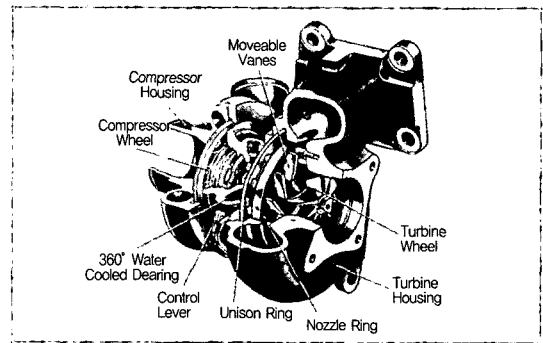
하나의 부분적 해결책은 압축기와 터보 휠과 같은 회전체를 가능한 한 경량화 시키는 방법이다. 또 다른 해결책은 하나의 큰 부품 대신에 두 개의 작은 터보차저를 사용하는 것이다. 더 작고 가볍게 회전하는 부품들은 래그 시간을 감소시킨다. 두 개의 터보차저가 설치된 엔진을 바이터보(Bi-turbo) 또는 트윈 터보(Twin-turbo) 엔진이라 한다.

### 1-3. 가변 구조의 터보차징

#### (Variable Geometry Turbocharging)

가변 형상의 터보차저는 터보래그를 최소화하는 또 다른 방법이다. 이 방식의 원리는 배기가스가 터빈 날개 또는 베인에 충돌하는 각도를 변하게 하는 것이다. 이것은 낮은 속도 하에서 부스트를 증가시

키는 것을 도와주고 터보래그를 줄이는 역할을 한다. 이와 같은 가변 형상 터보차저에는 Wastegate가 필요하지 않다. 날개의 회전수 조절이 터빈 속도와 부스트를 제어하는 방법이다. 가변 형상의 터보차저에는 가변 노즐 터보차저와 가변 면적 터보차저가 있다.



(그림 3) 가변노즐 터보차저

가변 노즐 터보차저는 터보 휠 주위에 10에서 15개의 회전 날개가 부착되어 있다. ECM에 의해 제어되는 액추에이터는 날개의 위치를 정한다. 낮은 엔진 속도 하에서는 베인들이 부분적으로 열려서 불필요한 과급압을 발생시키지 않고 배기 저항을 감소시킨다. 스로틀 밸브가 열릴 때 베인들은 완전히 열린다. 배기 가스들은 터빈 날개 내부로 자유롭게 흘러서 엔진 속도와 동력을 증가시킨다. 가변 면적 터보차저도 동일한 효과를 낸다. ECM은 터빈 입구에 있는 하나 또는 그 이상의 날개를 제어한다. 베인들은 배기 가스를 터빈 날개쪽으로 향하도록 유도하게 된다. 이것은 가스의 속도를 제어하게 되어 터빈의 속도가 제어된다. 가속 시에 날개들은 배기 가스의 속도를 증가하기 위하여 움직이며, 이것은 과급압을 신속히 공급한다. 컴퓨터에 의해 제어되는 회전 날개들은 스로틀 밸브가 열림에 따라 위치와 터보차저 성능을 변화시킨다.

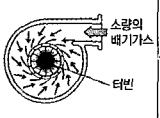
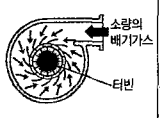
가. VGT엔진의 장점

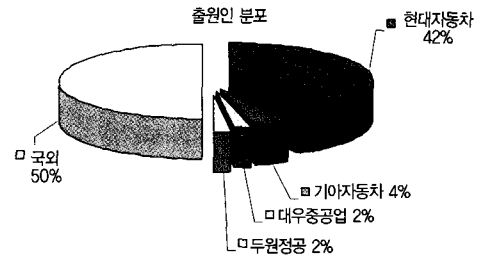
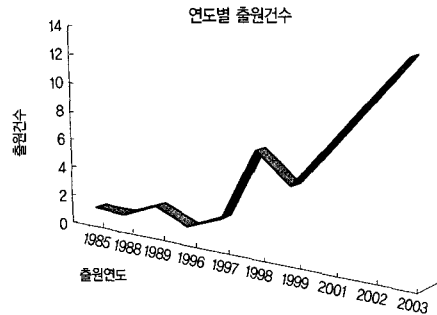
① 배기가스가 적게 배출되는 저속구간에서 배기 유로를 축소, 빠른 속도의 배기가스가 터빈의 구동력을 높혀줌으로써 토크가 증대되어 가속성능 향상.

② 배기가스가 많이 배출되는 고속구간에서 배기 유로를 확대, 많은 양의 배기가스가 터빈의 구동력을 높혀줌으로써 출력향상.

③ 배기유로 정밀제어를 통해 저속 및 고속 구간에서 터빈의 구동력이 증대, 충분한 공기 흡입으로 최적 연소가 이루어지므로 불완전 연소를 감소시켜 매연 및 배기가스가 저감.

④ VGT에 의해 최적 제어된 흡입공기에 커먼레일 시스템을 통한 고압연료가 분사되어 최적 연소조건을 실현시킴으로써 대폭적인 연비향상.

제어영역	터빈구동매커니즘	제어방법	효과	성능향상
저속영역		날개(베인)를 좁혀 배기가스 유로를 축소	배기가스가 좁은 유로를 통과함으로써 속도에너지가 증대 - 압축기 압축력 증대	최대토크 향상
고속영역		날개(베인)를 넓혀 배기가스 유로를 확대	확대된 유로로 배기가스가 보다 많은 운동에너지를 전달 - 압축기 압축력 증대	최대출력 향상



국내의 출원인 분포 그래프에서 국외 출원이 50%를 차지하고 있으며 국내 출원인 중에서는 현대자동차가 가장 많은 출원을 보이고 있다. 이는 현대자동차의 신타페, 트라제등이 VGT엔진을 장착하기 때문임을 알 수 있다.

III. 특허동향

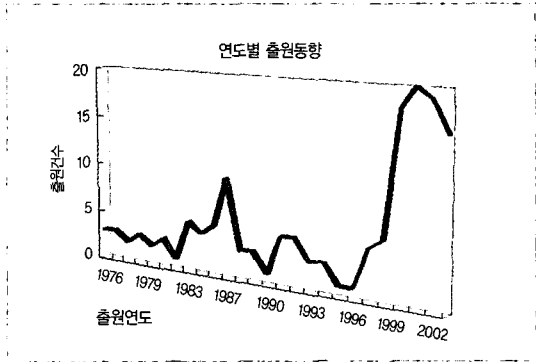
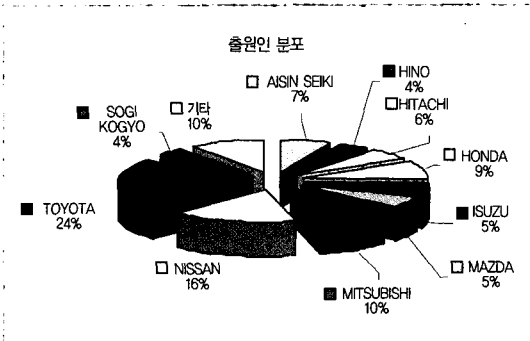
1. 국내특허동향

국내의 가변용량 출원 총건수는 52건이 조사되었으며 연도별 출원건수 그래프에서 알 수 있듯이 1995년부터 2003년 현재까지 꾸준히 그 출원이 증가되고 있으며 특히 2000년 이후부터는 출원량이 급속도로 증가되고 있음을 알 수 있다. 이러한 추세로 볼 때 차 향후 몇 년간 그 출원량의 증가가 예상된다.

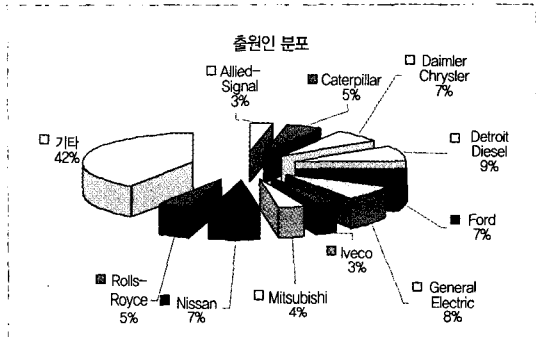
2. 일본의 특허동향



[특허동향]



일본의 가변용량 터보차저의 총 출원건수는 256건이고 조사 범위를 공개특허를 대상으로 하였다. 국내와 마찬가지로 최초출원 1981년부터 현재까지 출원량의 증가 추세를 보이며 1997년 이후부터 2001년까지 급격한 증가를 보이고 있다. 본 그래프에서의 2001, 2003년의 출원량의 하락은 공개된 특허 출원을 조사하였기에 2001년 이후의 미공개건에 대한 누락이 그 이유라 볼 수 있겠다.



또한 1980년대부터 증가세를 보이다 1990년대 중반까지의 급격한 감소는 가변용량 터보차저의 실용화 단계에서의 기술적 문제로 인한 것으로 보이며 1990년대 말부터의 급격한 증가는 배기가스 규제 강화와 함께 실용화를 위한 기술적 진보와 실제 가변용량 터보기관을 장착한 차량의 출시가 그 이유라 예상할 수 있겠다.

증가를 보이고 있다.

2002년부터 다소 감소하는 것으로 나타난 것은 미공개건에 대한 데이터 누락이 그 이유라 볼 수 있겠다.

출원인 분포 그래프에서 TOYOTA, NISSAN MISUBISHI의 출원량이 전체 출원량의 50%를 차지하고 있음을 알 수 있다.

일본과 마찬가지로 1980년대부터 증가세를 보이다 1990년대 중반까지의 급격한 감소는 가변용량 터보차저의 실용화 단계에서의 기술적 문제로 인한 것으로 보이며 1990년대 말부터의 급격한 증가는 배기가스 규제 강화와 함께 실용화를 위한 기술적 진보와 실제 가변용량 터보기관을 장착한 차량의 출시가 그 이유라 예상할 수 있으며 주요 출원인으로는 General Electric, Ford, Detroit Diesel, Daimler Chrysler로 출원인 분포 그래프에서 알 수 있다.

### 3. 미국의 특허동향

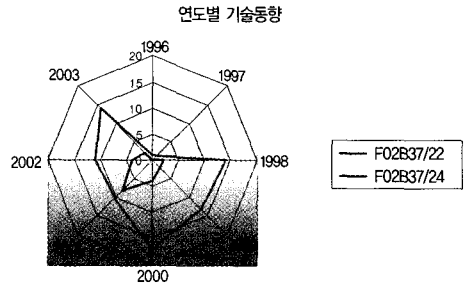
미국의 가변용량 터보차저의 총 출원건수는 124건이며 국내, 일본과 마찬가지로 출원량의 증가 추세를 보이며 1997년 이후부터 2001년까지 급격한

#### 4. 주요국(한국·미국·일본)의 기술동향



위의 그래프는 한국, 미국, 일본 연도별 출원건수 그래프이다. 그래프에서 알 수 있듯이 출원은 계속해서 증가하는 추세이고 특히 일본의 출원량이 가장 많은 것을 알 수 있다. 또한 한·미·일 3개국 모두 출원량이 1980년대말부터 1990년대 중반까지의 급격한 감소를 보이며 이는 가변용량 터보차저의 실용화 단계에서의 기술적 문제로 인한 것으로 보이며 1990년대 말부터의 급격한 증가는 배기가스 규제 강화와 함께 실용화를 위한 기술적 진보와 실제 가변용량 터보기관을 장착한 차량의 출시가 그 이유라 예상할 수 있겠다.

또한 2000년 이후의 급격한 증가 추세로 볼 때 향후 디젤엔진의 차세대 기술인 가변터보기관의 지속적인 출원증가를 예상할 수 있겠다.



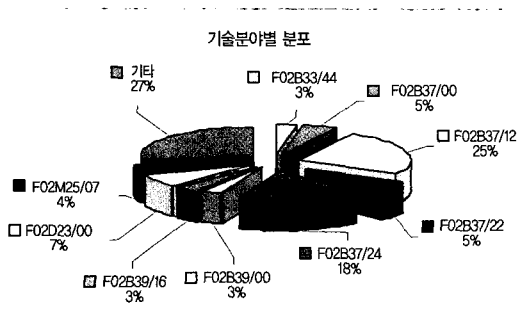
위의 그래프는 한·미·일 주요 3개국 전체 기술분야별 분포와 최근 10년간 가변터보차저의 주요 형태인 F02B37/22와 F02B37/24에 대한 기술동향 그래프이다.

기술분야별 분포에서 유로의 단면을 변화시키는 형태인 F02B37/22와 정렬된 안내 날개를 가지는 형태인 F02B37/24가 많은 비중을 차지하고 있는 것을 알 수 있다.

또한 이 두기술의 최근 10년간의 데이터에서 유로의 단면을 변화시키는 F02B37/22는 그 출원건이 감소하는 것을 알 수 있으며 반면에 정렬된 안내 날개를 가지는 형태인 F02B37/24는 출원량도 많으며 꾸준히 증가하는 추세를 알 수 있다.

#### IV. 결론

과급기는 엔진의 출력을 향상시키고 회전력을 증대시키며, 연료 소비율을 향상시키기 위하여 흡기 통로에 설치한 공기 펌프이다. 과급기가 설치되지 않은 엔진은 피스톤의 하강 행정에서 발생하는 진공으로 공기를 흡입하기 때문에 출력의 향상을 얻을 수 없다. 따라서 흡기 통로에 과급기를 설치하여 강제적으로 많은 공기량을 실린더에 공급시킴으로써 체적효율이 증대되어 엔진의 출력이 향상된다. 또한



## [특허동향]

엔진의 출력이 향상되므로 회전력이 증대되고, 연료 소비율이 향상된다. 대부분 수송용 트럭 및 선박의 디젤엔진에서의 과급장치는 반드시 필요한 엔진의 한 부분이며 전세계에 가장 많이 사용되고 있는 디젤엔진의 열효율 상승에 반드시 필요한 것이다.

본 기술리포트는 최근 출시되는 디젤엔진 차량의 대부분에 장착되는 가변용량 터보차저의 구조 및 작동원리와 특허 동향을 알아보고자 함이 그 목적이다.

조사결과 한국, 미국, 일본 3개국 모두 그 출원량이 계속해서 증가하는 추세이고 특히 2000년 이후부터는 급격하게 증가하고 있다. 이는 가변용량 터보차저엔진의 실용화와 함께 실제 장착 차량의 출시가 늘어나고 있음 알 수 있다. 실제로 자동차의 메이저 회사인 TOYOTA, NISSAN, MISUBISHI, 현대자동차, General Electric, Ford 등에서 가변용량 터보엔진 차량의 이 따른 출시가 위의 사실을 입증하고 있다.

이러한 추세로 볼 때 향후 몇 년간은 가변용량 터보차저의 기술에 대한 투자 및 특허 출원은 계속해서 증가 할 것이며 차세대 디젤엔진으로써 더 많은 진보를 예상 할 수 있겠다.

### ▶참고자료

- <http://my.netian.com/~khjjj/turbo3.htm>
- <http://www.dealer-hyundai.co.kr/2003santafe/santafe10.htm>
- [http://www.katt.co.kr/katstudy/tunning/tunning\\_more/1.asp](http://www.katt.co.kr/katstudy/tunning/tunning_more/1.asp)

### ▶Homepage

- 한국특허정보원 [www.kipi.or.kr](http://www.kipi.or.kr)
- Kipris 온라인 서비스 [www.kipris.or.kr](http://www.kipris.or.kr)
- 특허정보조사본부 [www.forx.org](http://www.forx.org)

(한국특허정보원 제공 : [www.kipi.or.kr](http://www.kipi.or.kr) / 전화 02-3452-8144(교521))