

## 자이로스코프의 이해와 응용 (2)



權 鍾 光  
國科研 연구원



金 汶 烈  
國科研 연구원

자세계는 상승, 하강 및 선회시 항공기 경사 상태를 각(Degree)으로 지시해 주는 장치이다. 이 자세 정보들은 항공기의 선회시, 착륙시, 그리고 폭격하기 위해 표적에 접근할 때 매우 중요하다.

자세계는 기본적으로 항공기 기축에 수직인 회전축을 가진 3축 자이로로서 자이로 축에 대한 항공기 자세 즉, 피칭각 및 롤링각을 지시한다.

**이** 번호에서는 자이로의 직립시스템, 구동 방식 및 자이로가 적용된 계기들에 대해서 설명하기로 한다.

---

### 자이로의 직립시스템

---

자이로는 지구의 자전으로 인하여 자이로 축이 편류되지만 지구의 자전은 일정하기 때문에 직립 계통(Election System)에 의해 보상될 수 있다. 직립계통은 자이로의 짐벌에 외력을 가하여 선행성을 일으키게 함으로써 일정한 위치를 유지하도록 한다.

직립시스템에는 진자형 날개깃 직립장치(Pendulous Vane Erection System), 볼형 직립장치(Ball Type Erection Unit), 수은 스위치형 직립장치(Erection by Mercury Switches) 등이 있다.

● 진자형 날개깃 직립장치

공기로 구동되는 자이로 시스템에 적용되는 이 장치는 로우터 몸체(Rotor Housing) 아래에 등간격으로 4개의 장방형 구멍(Slot)이 있으며 4개의 날개깃(Vane)이 이 구멍을 덮고 있다.

4개의 날개깃은 동일한 형상이지만 서로 상반된 무게중심을 갖도록 몸체에 장착하여 몸체가 기울 경우 날개깃 축을 중심으로 무게중심이 서

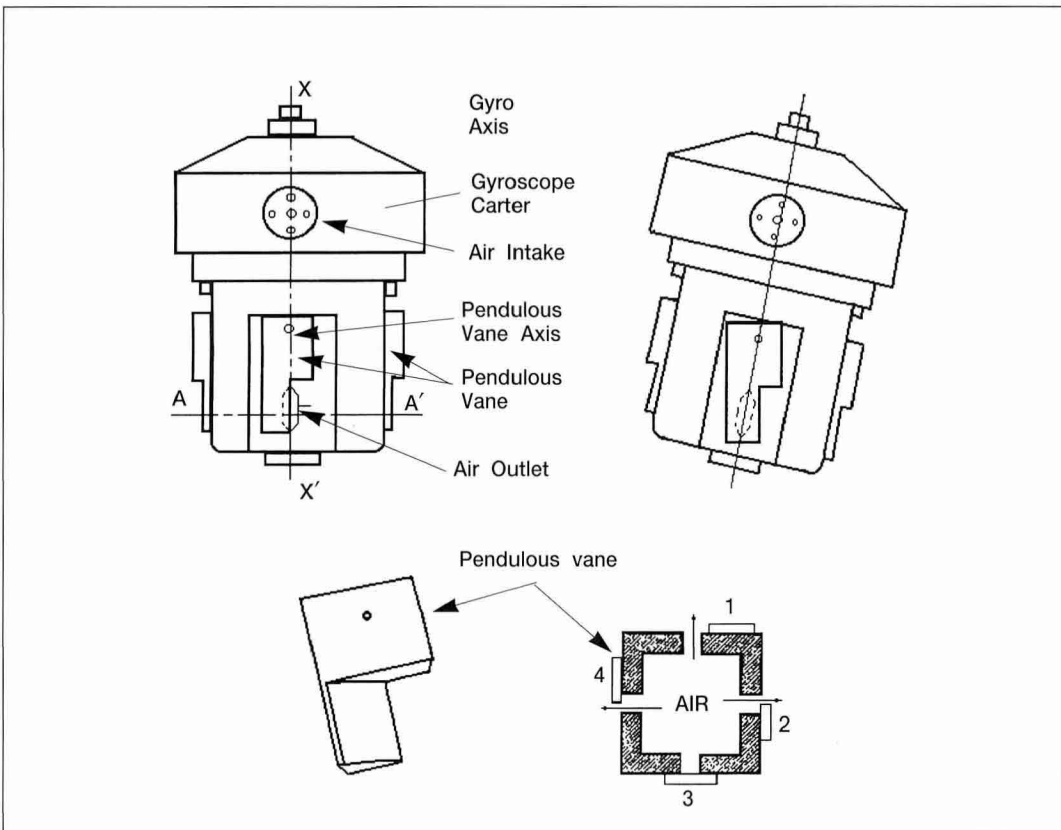
로 어긋나 반대 방향으로 움직이게 되어 있다.

자이로 축이 정상적인 위치에서 작동할 경우 4개의 구멍을 통하여 뿜어 나오는 공기의 양은 동일하지만 자이로 축이 편류될 경우 분출되는 공기의 양은 다르게 된다.

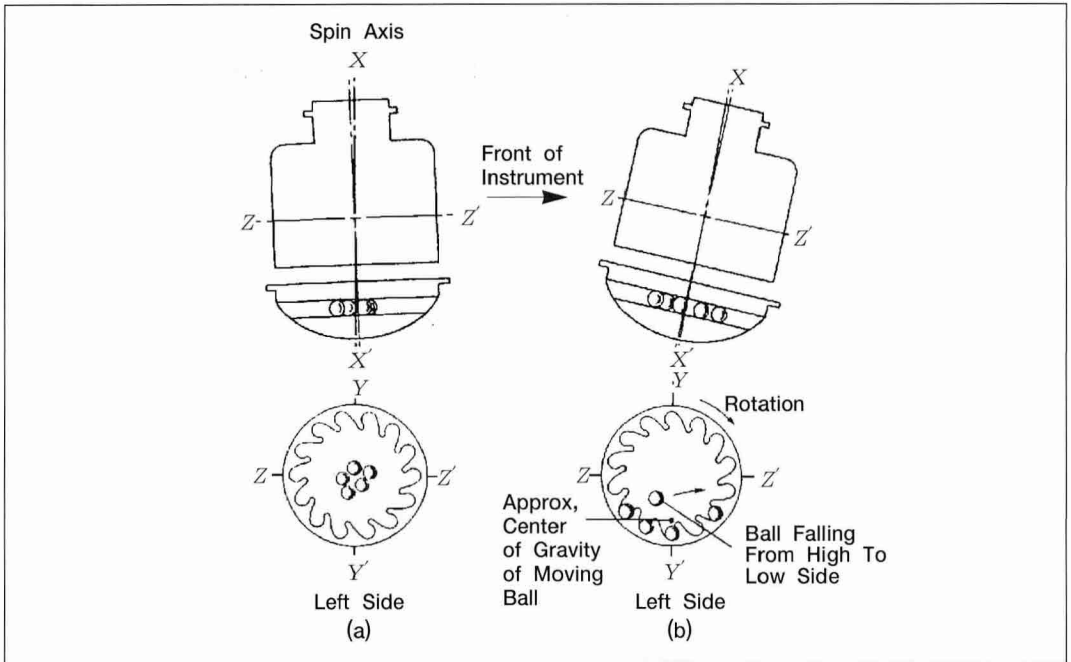
아래의 그림과 같이 자이로가 우측으로 기울 경우 좌우측에 붙어 있는 날개깃은 움직이지 않아 동일한 양의 공기가 분출되며 앞쪽의 날개깃은 몸체가 기울어짐으로써 날개깃의 무게에 의해 구멍을 닫게 되며 뒤쪽의 날개깃은 열리게 된다.

이때 분출되는 공기의 반작용으로 몸체에 힘이 작용하여 토크가 발생하게 된다. 이 토크는 지난 6월호에서 설명한 자이로의 선행방향 결정

진자형 날개깃 직립장치



불형 직립장치



원리에 따라 몸통은 수직방향으로 직립하게 되며 공기의 분출량이 서로 같아질 때까지 선행하게 된다.

● 불형 직립장치

이 장치는 전기 작동 자이로에서 채택되고 있는 직립장치로서 하부 몸체내에 5~8개 정도의 강구(Steel Ball)가 들어 있다. 하부몸체는 자이로 축과 연동하며 감쇠기어를 사용하여 25RPM으로 회전한다.

자이로가 정상적인 운용상태에 있을 경우 위의 그림(a)와 같이 볼이 중앙에 모이게 되어 강구에 의한 무게 중심이 자이로 축과 균형을 유지하게 된다. YY'축을 중심으로 자이로가 기울 경우 강구는 낮은 곳으로 이동하며 하부 몸체는 회전을 함으로써 홈에 들어 있는 강구는 높은 곳으로 이동하게 된다.

따라서 강구의 무게에 의해 자이로 몸체에는

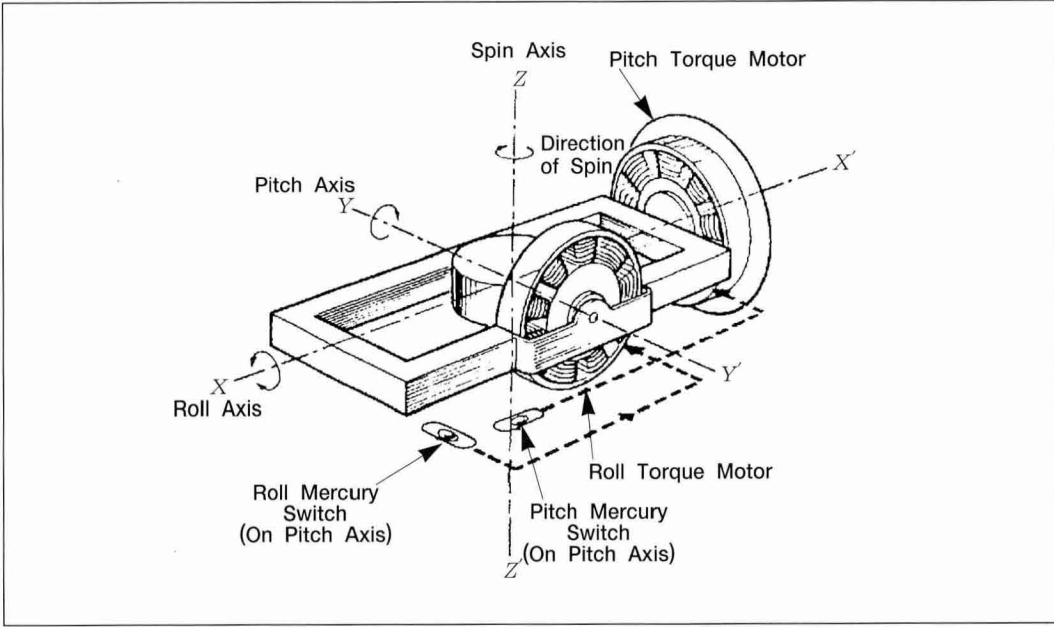
토크가 발생하여 선행을 일으키게 된다. 강구의 움직임은 하부 몸체의 회전에 따라 계속 변화하지만 그 움직이는 양은 점차 감소하게 되어 강구는 중앙으로 모이게 되므로 자이로 축은 정상적인 위치를 찾게 된다.

● 수은 스위치형 직립장치

전기로 작동되는 자이로에 널리 적용되는 이 직립시스템은 2개의 토크모터와 2개의 수은 레벨링 스위치로 구성된다. 토크모터는 피치축(Pitch Axis)에 장착되어 롤(Roll)을 제어해 주는 롤모터(Roll Motor)와 롤 축(Roll Axis)에 장착되어 피치를 제어해 주는 피치모터(Pitch Motor)로 구성된다.

모터의 구동은 수은 레벨링 스위치로 구동되며 롤축에 장착된 수은 스위치는 피치에 따라 피치모터를 구동시켜 주며 피치축에 장착된 수은 스위치는 롤에 따라 롤모터를 구동시켜 자이

수은 스위치형 직립장치



로를 직립으로 유지하게 한다.

수은 스위치 내부에는 전극봉에 수은이 접촉 시 불꽃이 튀는 것을 방지하기 위해 불활성 가스로 채워져 있다. 짐벌(Gimbal)이 기울면 수은 레벨링 스위치 내부의 수은이 끝단의 전극봉과 접촉함으로써 전류가 흘러 토크모터를 구동시키게 된다.

토크모터의 구동으로 짐벌이 움직이게 되며

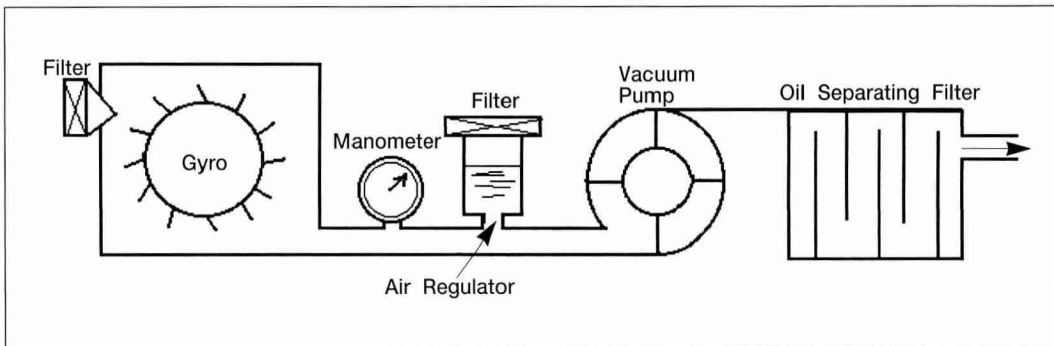
이 움직임은 자이로에 선행성을 부가하여 자이로를 직립시키게 된다.

### 자이로의 구동방식

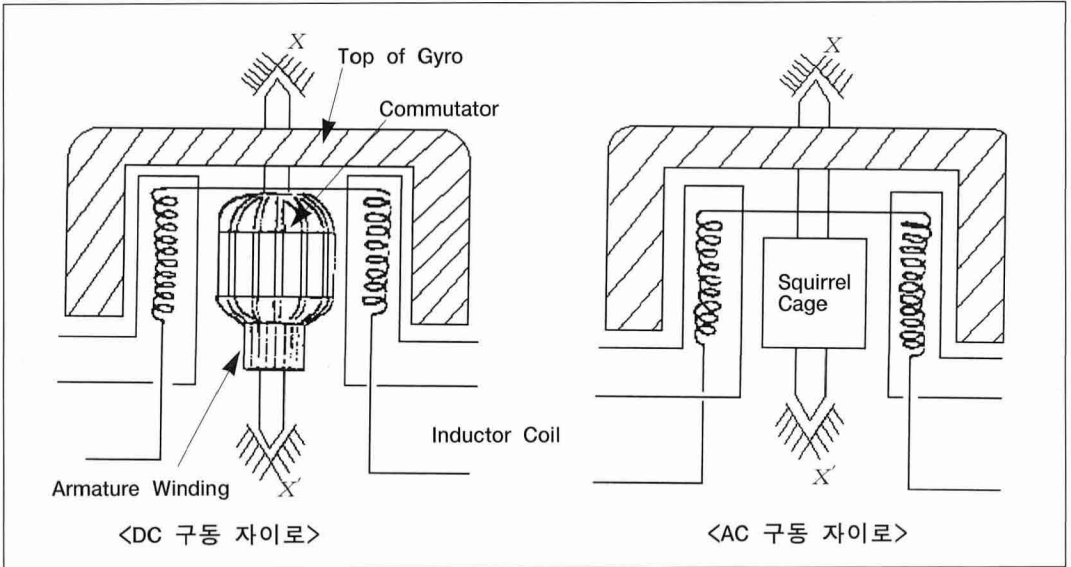
#### • 공압 구동 자이로

공압 자이로는 항공기 외부에 장착된 벤츄리(Venturi)에서 발생한 저압의 공기를 이용하여

공압 자이로 메커니즘



전기구동 자이로 장치



로우터를 회전시키는 방법과 엔진으로 구동되는 진공펌프를 사용하여 계기판 내부로 공기를 순환시켜 로우터를 회전시키는 방법이 있다.

엔진 구동 방식인 경우 로우터의 원주면의 버킷(Bucket)에 고압의 공기가 부딪힘으로써 로우터가 회전하게 된다. 이 장치는 공기밀도가 낮은 고고도에서는 사용하기 어려워 고고도로 비행하는 항공기는 별도의 압력펌프를 구비하여

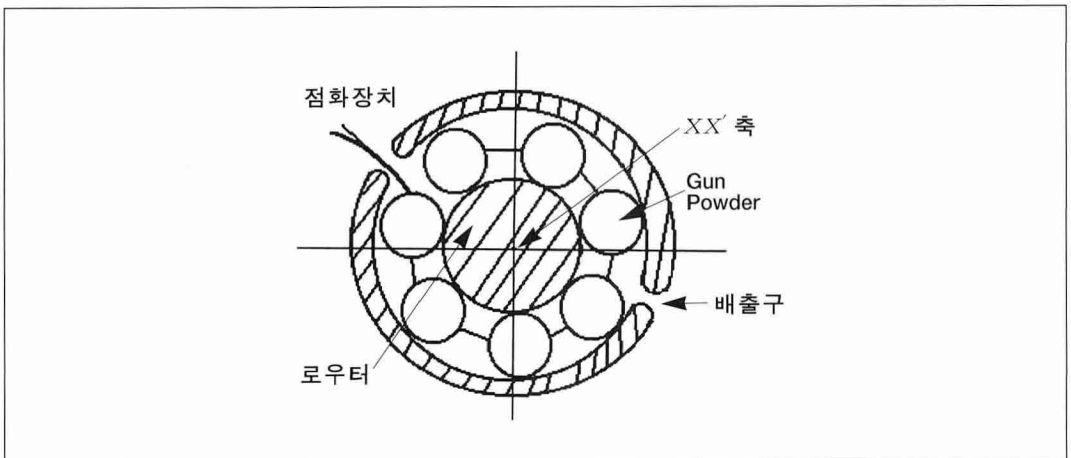
야 한다.

오늘날 공압구동 자이로는 전기자이로가 고장났을 경우에 대비한 보조장치로 사용되고 있다. 로터의 회전속도는 8,000~15,000RPM 범위이다.

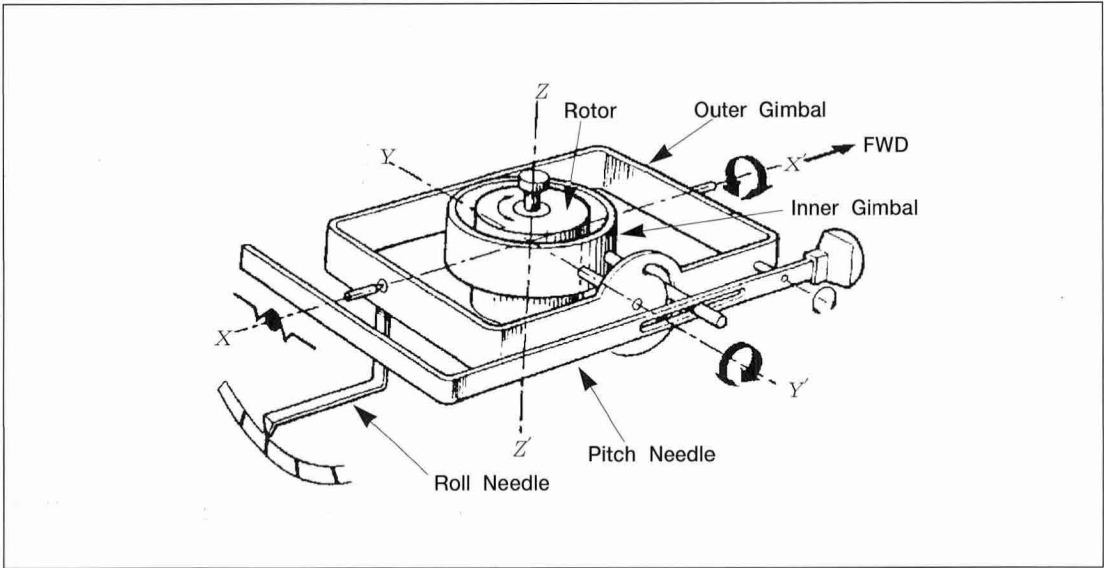
● 전기구동 자이로

이 자이로는 제트기와 같은 고고도로 비행하

Pyro 메커니즘



자세계의 작동 메커니즘



는 항공기에 적용하기 위해 만든 장치이다. 전기 모터로 구동되는 이 자이로는 14VDC 또는 28VDC를 사용하는 것과 115VAC/400Hz를 사용하는 것이 있다. 무게가 공압 자이로에 비하여 가벼우며 20,000~25,000RPM 속도로 회전한다.

● Pyrotechnical Gyro

이 종류는 재래식 미사일에 적용되는 자이로에 사용된다. 미사일이 점화되면 Gun Powder의 연소는 적절한 회전속도를 유지하도록 필요한 구동힘을 제공하며 이것은 미사일이 목표물을 맞출 때까지 이루어진다.

점화장치에 의해 점화된 Gun Powder는 연소되면서 Case 내부로 회전하게 되며 1개의 Gun Powder가 연소되면 또 다른 1개의 Gun Powder에 점화되어 일정한 속도로 Case 내부에서 회전하게 되며, 이때 Gun Powder의 회전으로 XX' 축을 중심으로 로우터가 연동하여 회전하게 된다. Gun Powder의 회전력 이외에 Gun Powder

의 연소로 생기는 Gas는 배출구를 통하여 배출된다.

자이로의 적용

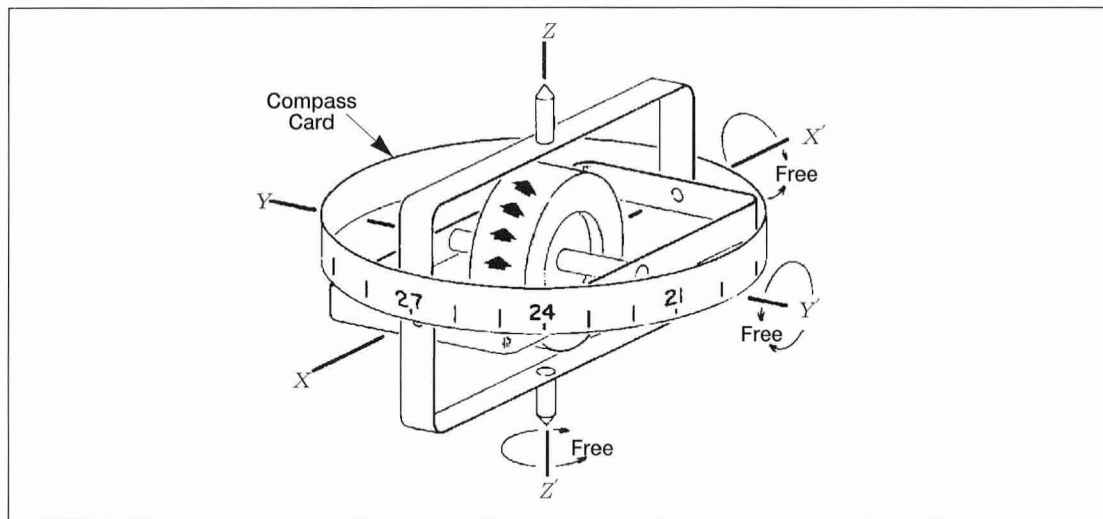
● 자세계(Attitude Indicator)

자세계는 지구의 지평면에 대한 항공기 자세(Pitch, Roll 자세)를 지시한다. 자세계는 비행계기로서 여러 명칭인 Gyro-Horizon Indicator, Artificial Horizon, Attitude Gyro, Vertical Gyro 등으로 불린다.

자세계는 상승, 하강 및 선회시 항공기 경사 상태를 각(Degree)으로 지시해 주는 장치이다. 이 자세 정보들은 항공기의 선회시, 착륙시, 그리고 폭격하기 위해 표적에 접근할 때 매우 중요하다.

자세계는 기본적으로 항공기 기축에 수직인 회전축을 가진 3축 자이로로서 자이로 축에 대한 항공기 자세 즉, 피칭각 및 롤링각을 지시한다.

수평상황 지시계의 내부 작동 메커니즘



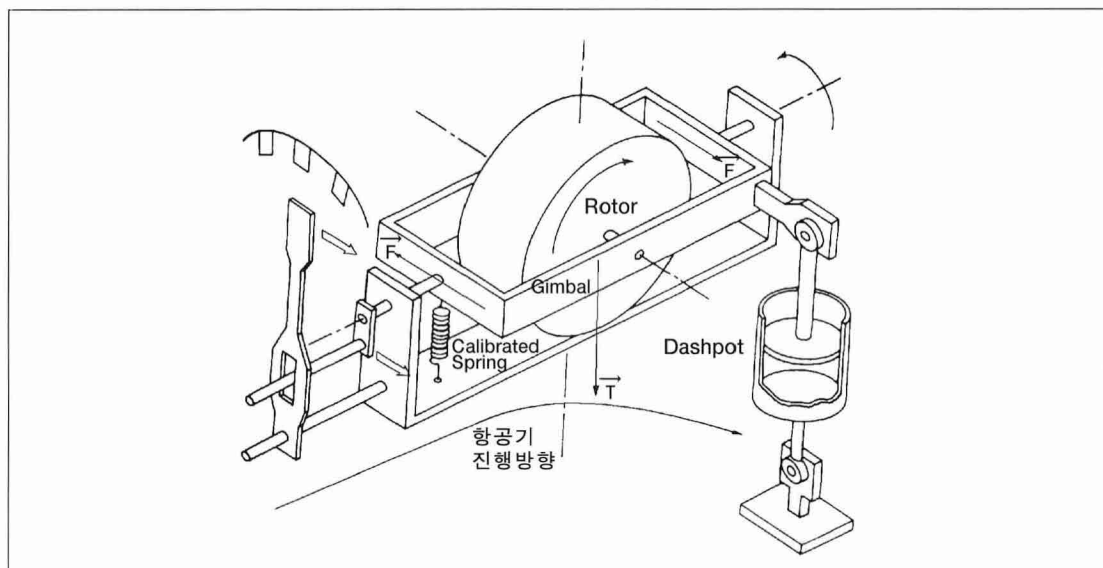
● 수평상황 지시계  
(Horizontal Situation Indicator)

RMI(Radio Magnetic Indicator)와 CDI (Course Deviation Indicator) 계기를 통합한 HSI는 수평 3축 자이로로 작동되며 Flux Valve와 통합된 원격지시식 콤파스 형태로 시스템이 구성

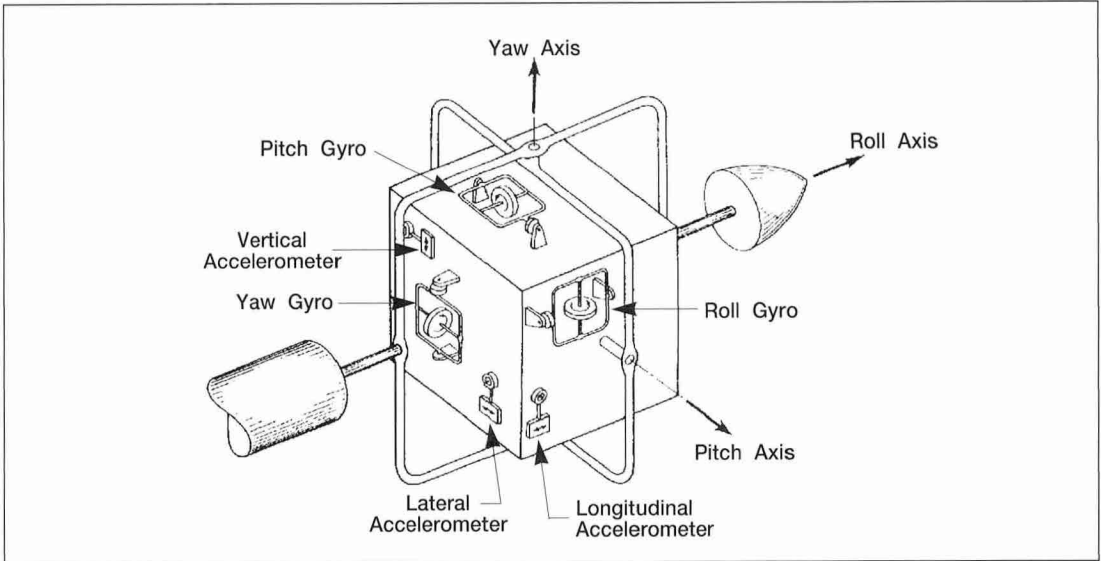
된다. 이 자이로의 내부 짐벌에는 수은 레벨링 스 위치가 장착되어 있으며 외부 짐벌의 아래쪽에는 토크모터가 장착되어 있다.

항공기가 방향을 전환할 경우 내부짐벌이 강직성을 유지하기 위하여 움직이지게 되며 이로 인해 토크모터가 작동하게 된다. 토크모터의 작동으로

선회계의 작동원리



관성항법장치의 안정판 원리



외부짐벌이 회전하게 되며 이 회전에 방위 정보를 얻게 된다.

● 경사 선회계(Turn & Bank Indicator)

경사 선회계는 기본 비행계로서 직선 수평비행을 유지하며, 정확한 선회비행을 지시하기 위해 사용된다. 경사 선회계는 복합계기로서 선회계(Turn Indicator)와 경사계(Bank Indicator)로 구성되어 있으며 이중 선회계만이 자이로를 이용한 계기이다. 오늘날에는 자세계에 이 두 기능이 통합되어 운용되고 있다.

선회계는 2축 자이로의 선행성을 이용하여 항공기가 선회비행시 조종사에게 선회 방향과 선회율을 지시해 준다. 항공기가 수직축에 대해 선회할 때 선행성을 일으키는 힘이 자이로의 로우터에 가해진다. 그래서 자이로는 항공기의 선회율에 대해 경사지며 외력은 항공기 선회율이 크면 클수록 강할 것이다.

자이로가 경사지면 자이로의 짐벌과 기계적으로 연결된 지침이 움직일 것이며, 자이로의 선행

성에 의한 지침의 움직임은 항공기가 선회하는 동안 무한정 커지는 것이 아니고 중립스프링에 의하여 항공기 선회율에 해당하는 양만큼 각변위하고 멈추도록 되어 있다.

● 관성항법 장치(Inertial Navigation System)

관성항법 장치의 4개 기본 구성품은 안정판, 가속도계, 자이로, 컴퓨터이다. 가속도계는 3축의 가속도를 감지하여 항공기의 속도와 고도를 산출하며 자이로는 강직성을 이용하여 안정판을 수평으로 유지시키면서 방위각을 제공한다.

관성항법 장치에 사용되는 자이로는 레이저 자이로, HIG(Hermetically Sealed Integrating Gyro) 자이로, PIGA(Pendulous Integrating Gyro Accelerometer) 자이로 등이 사용된다.

지난 6월호의 Gyroscope의 이해와 응용(1)에 이어 이번호에서는 자이로 시스템중 지구 자전의 영향을 보상해 주는 직립시스템, 자이로 로우터를 작동하게 해주는 구동방식, 자이로를 적용한 자세계, 수평상황지시계, 경사 선회계 등에 대해 살펴보았다. 防