

# 航海裝備의 技術動向 ( I )

제주대학교 어업학과

조교수 안영화

## 목 차

- I. 방위측정계측기기의 개발현황
- II. 선위측정계측기기의 개발현황
- III. 거리측정계측기기의 개발현황

### I. 방위측정계측기기의 개발현황

#### 1. 머리말

최근 조선기술의 발달과 함께 선박에 탑재하는 각종 계측기기도 마이크로 컴퓨터를 이용한 자동제어기술과 디지털 회로기술의 발달로 인해 종전에 계기 하나하나를 개별적으로 사용되어 왔던 것이, 지금은 여러 종류의 계기들을 하나의 시스템으로 집성한 토탈시스템(total system) 또는 하이브리드시스템(hybrid system) 방식으로 전환되고 있어서 이러한 시스템의 원리와 구성이 복잡다양한데 반해, 오히려 그 조작과 취급이 간단하고 이용하는

시간과 노력이 적게 들고 있다.

따라서 어선과 같은 소형선박에서 비좁은 공간에 많은 계측기기를 장치하기 위해서는 이들 계측기기의 크기와 무게가 소형화, 경량화되고 있다.

또한 선박의 위치결정이나 침로유지에 필요한 항해용 계측기기도 지금까지는 계기 하나 하나를 독자적으로 사용되어 왔던 것이, 현재는 여러 계기들을 단일 시스템으로 종합한 자동항법장치로 전환됨에 따라서 지속적이고 정확한 선위와 침로정보가 필요하다.

따라서, 여기서는 선박의 위치추정과 침로유지에 기본이 되며 물표의 방위측정에 이용되고 있는 방위측정용 계측기기의 개발현황과 연구동향에 대해서 알아보려고 한다.

#### 2. 방위측정 계측기기의 발달과정

육상에서 뿐만 아니라 해상에서, 특히

Total System : 종합항법장치

Hybrid System : 집성항법장치

선박에서 물표의 방위측정이나 침로유지에 이용되고 있는 계측기로서는 자기컴퍼스(magnetic compass)와 자이로컴퍼스(gyro compass)가 있으며 또한, 전파의 지향성을 이용한 무선방향탐지기(radio direction finder)가 사용되고 있다.

이들 방위측정계측기 가운데 선박에서 가장 오래전부터 사용되어 왔던 것이 자기컴퍼스로서, 자기컴퍼스는 자석의 지북력에 의해 지구자장의 일정한 방향(磁北)을 가리키기 때문에, 고대 중국에서는 자철광에 의해 자화된 바늘을 처음에는 마술이나 점성술에 이용되던 것이 13세기경에 아라비아 상인들에 의해 지중해 연안국가로 전파된 이후 여러 과정의 개발을 거쳐 오늘날 항해용으로 사용되고 있는 컴퍼스로서의 형태를 갖추게 되었다. 그 후, 19세기부터 철선의 등장과 함께 선박이 대형화되면서 항해구역도 연안항해에서 대양항해로 확대되고 항해지역에 따른 지구자기의 편차가 발견되었으며, 또한 선체자기에 의한 자기컴퍼스의 자차(自差)가 발생하게 되었다.

이와같은 자기컴퍼스의 결함을 보완하기 위하여 새로 개발된 것이 자이로컴퍼스(gyro compass)로서, 이것은 1909년 미국의 스페리(Sperry), 1911년 독일의 안쉴스(Anschutz), 1917년 영국의 브라운(Brown)에 의해 개발되었는데, 이러한 자이로컴퍼스는, 고속으로 회전하는 자이로 스코프(gyro scope)의 운동특성을 이용하여 진북을 지시하도록 된 것이다.

최근에는 이와같은 기본적인 자기컴퍼스나 자이로컴퍼스에 마이크로 컴퓨터를 이용한 디지털 회로기술을 도입함으로써 마스터컴퍼스(master compass)로부터 멀리 떨어진 장소에서도 선수방위를 원격지시할 수 있는 트랜스미팅 컴퍼스(transmitting compass)가 개발되어 자동조타 장치 등에 응용되어 왔다. 그러

나, 현재는 지금까지 사용되고 있는 컴퍼스와는 방위측정의 원리와 형태가 다른 새로운 소자(hall elements)를 이용한 자기센서(magnetic sensor)에 의해 선수방위를 원격지시할 수 있는 방위측정장치인 전자컴퍼스(electro compass)가 개발되고 있다.

### 3. 방위측정 계측기기의 연구동향

항법시스템의 발달로 인해 종전에는 물표의 방위나 침로정보를 자기컴퍼스나 자이로컴퍼스의 방위지시부의 지시에 의한 직접적인 방법으로 구했으나, 최근에는 마이크로 컴퓨터와 디지털 회로기술의 발달로 인해 매스터컴퍼스로부터의 디지털 신호를 직접 계산기에 도입함으로써, 멀리 떨어진 장소에서도 필요한 방위와 침로가 원격지시되므로 인해 항법자동화가 이루어지게 되었다.

그러나 이러한 디지털 신호에 의한 원격지시 방식은 특히 자기컴퍼스인 경우, 자침의 선회에 따른 지시도를 리피터 컴퍼스(repeater compass)나 오토 파일럿(auto pilot)에 전달하기 위해서는 자기센서가 필요한데 이 센서의 작동은 선내전원에 의해 작동되므로, 전류에 의한 컴퍼스에 자차가 발생하게 되고, 또한 장치도 복잡하기 때문에, 최근에 와서는 선내자기의 영향에 관계없이 자차를 전기적으로 수정할 수 있고, 선수방위를 자기센서로부터 전기신호로 지시할 수 있는 3축고정형 전자컴퍼스에 관한 연구가 진행되고 있으며, 앞으로는 이러한 전자컴퍼스는, 자기센서를 자차가 적은 장소에 설치하여 자동조타 장치나, 원격조작의 로봇 등 각종 이동물체의 방향센서로 이용될 전망이다.

따라서, 우리나라에서도 연근해 어선 및 중소형 선박에서는 선박의 침로유지를 위한 조타나 방위측정용으로 가격이 저렴

하고, 취급이 간단한 자기컴퍼스를 많이 사용하고 있을 뿐만 아니라 그 수요도 증가하고 있어서, 앞으로 더욱 성능이 좋은 자기컴퍼스의 제작은 물론 그 성능을 검사할 수 있는 시설과 규격에 관한 규정이 필요하며, 앞으로는 선체자기와 관계없이 자차를 전기적으로 자동수정할 수 있으며, 선수방위를 원격지시할 수 있는 자기센서(magnetic sensor)를 이용한 전자컴퍼스의 제작에 관한 기술 개발이 요망되고 있다.

#### 4. 방위측정의 원리에 의한 계측기기의 종류와 특징

##### 4-1. 자석의 지복력을 이용한 방위 측정

###### (1) 자기컴퍼스(magnetic compass)

자기컴퍼스는 자석의 지복력에 의해 지구자장의 일정한 방향(磁北)을 가리킴으로써, 물표의 방위측정이나 선박의 침로유지에 이용되고 있으며, 자이로 컴퍼스에 비해 전기적인 고장의 염려가 없고, 선내설치가 간단하며 가격이 저렴하므로, 최근 우리나라의 소형어선에서 조타용으로 많이 사용하고 있을 뿐만 아니라 그 수요도 증가하고 있다.

###### 가) 선내 기준컴퍼스 (standard magnetic compass)

그림 1-1은 목재 비너클(wooden binnacle)로 된 자기컴퍼스로서 천체나 물표의 방위측정에 이용되며, 기준컴퍼스로 사용되고 있다.

###### 나) 자기컴퍼스의 구성

그림 1-2는 자기컴퍼스 방위지시부의 구성을 나타낸 것으로서, 컴퍼스 보울(bowl)의 중앙에 고정된 피벗(pivot)에 의해 컴퍼스 카드(card)가 지지되며, 그

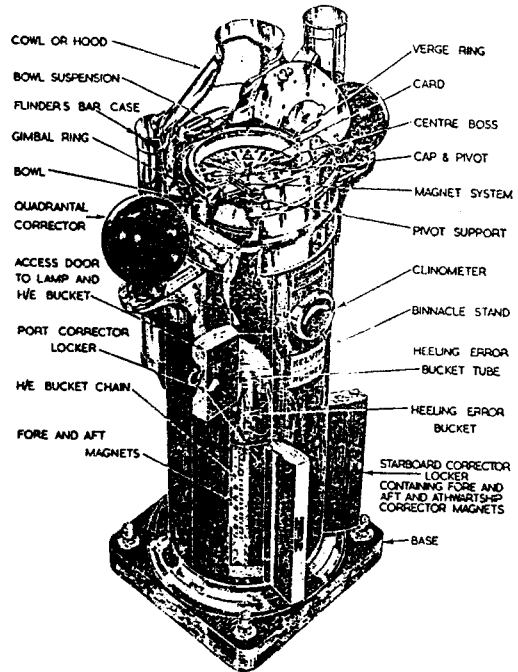


그림 1-1 기준자기 컴퍼스

카드의 하부에 부착된 자석의 지복력에 의해 지구자장의 일정한 방향을 가리키는

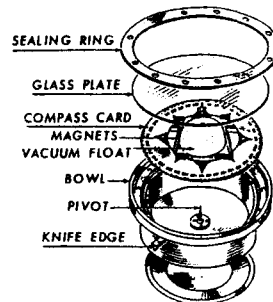
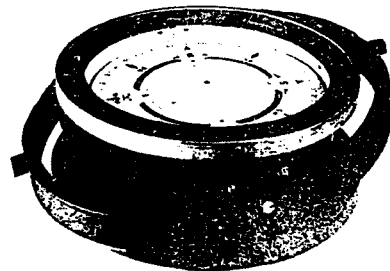


그림 1-2 자기컴퍼스의 구성

데, 이때 카드의 상부에 표시된 방위는 금으로 선수방위 및 물표의 방위를 측정하는 것이다.

다) 트랜스미팅 자기컴퍼스  
(transmitting magnetic compass)

트랜스미팅 자기컴퍼스는 마스터컴퍼스(master compass)의 방위지시도를 전기적인 장치에 의하여 원격지시할 수 있는 것으로서, 무선방향탐지기(radio direction finder)나 레이더스코프(radar scope) 등에 마스터컴퍼스의 지시도를 전달하게 된다.

이러한 트랜스미팅 자기컴퍼스는 마스터컴퍼스의 방위지시를 리피터컴퍼스(repeater compass)에 원격지시하기 위하여 센싱파트(sensing part)에서의 신호를 발신하는 피크업(pick up) 장치가 선내전원에 의존해야 하므로 전원이 차단되었을 때는 그 기능이 상실되며, 또 전원에 의한 자기컴퍼스의 자차가 발생하게 되

므로 요즘은 거의 사용하지 않는다.

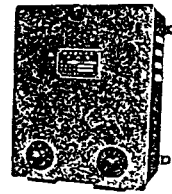
또한, 항공용 트랜스미팅 자기컴퍼스는 처음에 비행기에도 선박용 자기컴퍼스를 그대로 사용하였으나 비행속도가 빨라짐에 따라 북향회전 오차(northerly turning error)가 생기기 때문에 이것을 피하기 위하여 중량이 가볍고 자침의 강도가 약하고 제진이 잘되는 자기컴퍼스를 설계하였으나 비행기의 큰 가속도 때문에 실용화 되지 못했다.

라) 자이로 자기컴퍼스  
(gyro magnetic compass)

자이로 자기컴퍼스는 항공기에 사용할 목적으로 개발되었으며, 비행기가 가속도를 갖게 되면 자기 컴퍼스는 불안정하게 되지만, 자이로스코프의 방향보지력과 자침의 지북력을 이용하게 되면 안정된 상태에서 지북이 가능하며 비행기의 운동에 관계없이 일정한 방향을 유지하게 되며, 지자기의 방향에 따라 자이로스코프(gyro scope)축의



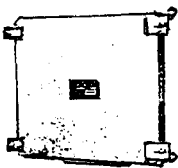
遠隔管制器  
電纜 7.6m 附屬



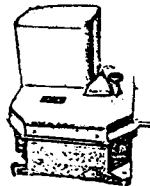
1. 자기 컴퍼스 보울과 콘트롤러

2. 리모트 콘트롤러

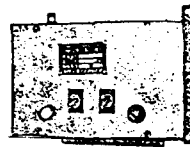
3. 증폭기



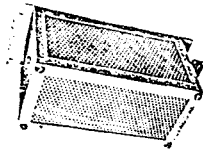
4. 배전판



5. 파워 유니트



6. 단접기 상



7. 저항기 상

그림 1.3 자기컴퍼스 파일럿 장치

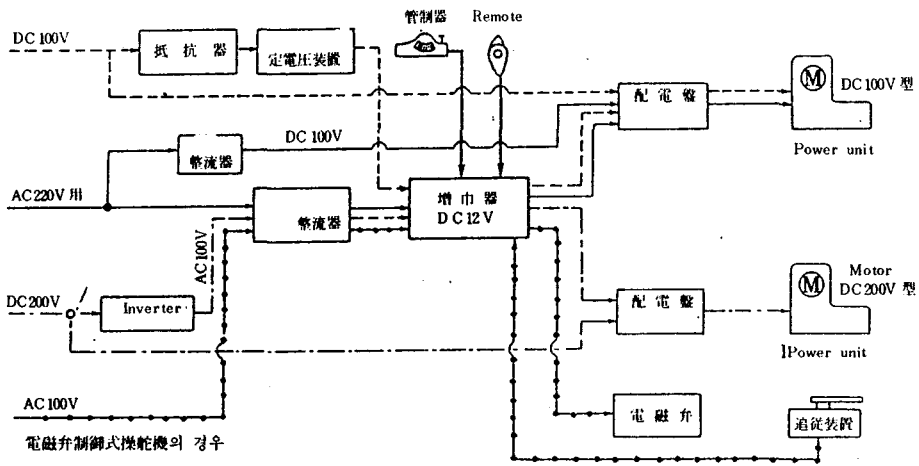


그림 1.4 자기 컴퍼스 오토 파일럿 계통도

방향이 교정되어 지북하게 된다.

마) 자기컴퍼스 오토 파일럿  
(magnetic - compass auto pilot)

자동조타장치 (auto pilot system)는 본래 자이로컴퍼스를 장비한 대형선에서 주로 전동유압식으로 이루어져 왔으나, 지금은 자이로컴퍼스를 장비하고 있지 않은 중·소형 화물선이나 소형어선에서도 자기컴퍼스를 기준으로 한 자동조타장치가 개발되어 항해와 조업의 능률을 향상시키고 있다.

특히 참치연승 (tuna long line) 어선이나 권현망어선 등에서는 조업중에 리모트콘트롤 (remote-controller)에 의해서 조타실의 좌현 또는 우현의 적당한 장소에서 양승조타를 할 수 있으며, 또 마스트의 전망대에서 조업상태를 보면서 조타하기 때문에 조업 능률을 이룰 수가 있다.

그림 1.3과 그림 1.4는 자기컴퍼스를 이용한 자동조타장치와 그 계통도를 나타낸 것이다.

그림 1.3과 1.4에서,

①- 자기컴퍼스 보울과 콘트롤러는 오

토파일럿 특성에 알맞도록 설계된 특수 보울을 사용하고 있으며, 방위눈금 분할은 표준형으로 일반 컴퍼스와 같고 콘트롤러는 보울위에 부착되어 선수의 방위변화를 탐지하는 부분으로 360°식 눈금의 다이얼 및 침로조정용 손잡이가 있다.

②- 리모트 콘트롤러는 한손으로 잡고 조타실 이외의 적당한 장소에서 자유롭게 조타할 수 있는 소형 콘트롤러이다.

③- 증폭기는 콘트롤러로부터의 신호를 증폭해서 그 출력을 주동부의 전동기에 보내는 장치이며, 전부 트랜지스터로 되어 있다.

④- 배전판은 증폭기로부터의 출력에 의해 작동되며, 2개의 릴레이를 갖고 있으며, 주동부의 전동기를 제어한다.

⑤- 파워유닛 (power unit)은 콘트롤러로부터의 신호를 조타장치에 타각지령을 전달하는 동력부이다.

⑥- 스위치상은 전원 스위치와 자동 원격절환 스위치로, 전원용 파일럿 램프와 휴즈가 있다.

⑦- 저항기상은 전원을 DC 100V로 부터 DC 12V로 낮추는 것으로서 교류전원

을 쓰는 선박에서는 필요가 없다.

### 4-2 자이로스코프(gyro scope)의 운동특성을 이용한 방위측정

19세기 이후 선박재료가 목재에서 철재로 바뀌어 감에 따라 선박이 대형화되기 시작했으며, 항해구역도 연안에서 대양으로 확대됨에 따라 지자기에 의한 편차와 선체자기에 의한 자차로 인해, 자기컴퍼스에 오차가 발생하게 되었다.

이러한 자기컴퍼스의 결함을 보완하기 위해 새로 개발된 것이 자이로컴퍼스(gyrocompass)이다.

#### (1) 자이로스코프(gyro scope)의 운동 특성

그림 2.1은 자이로스코프의 운동특성을 나타낸 것으로써, 3개의 축(YY'), (XX'), (ZZ')을 기점으로 그 주위를 자유롭게 회전할 수 있으며, 3축의 자유를 가진 자이로스코프를 고속으로 회전시키면, 외부로부터의 토크(Torque)의 작용을 받지 않는 한 자이로 축(YY')은 지구 자전에 관계없이 자유공간에 일정한 방향

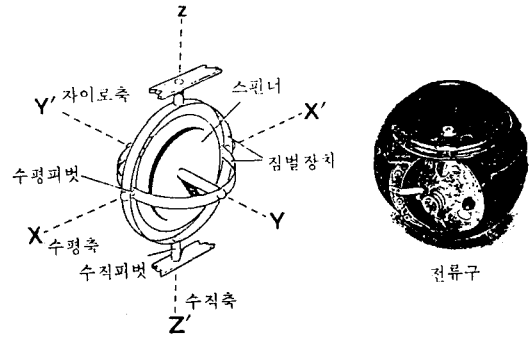


그림 2.1 자이로 스코프

을 가리킬려는 회전타성 또는 방향보지력을 갖게 되며, 또한 고속으로 회전하는 자이로에 그 축과 일치하지 아니하는 토크를 작용하면 (자이로 축의 방향을 변화시키는 힘), 자이로 축은 자이로 자신의 각 운동량 벡터(vector)와 작용한 토크의 벡터와의 합성 벡터 방향으로 그 운동이 변화하는 성질이 있는데 이것을 세차운동(precession)이라 하며, 이와같은 자이로스코프의 방향보지력과 세차운동을 이용하여 만든 것이 자이로 컴퍼스이다.

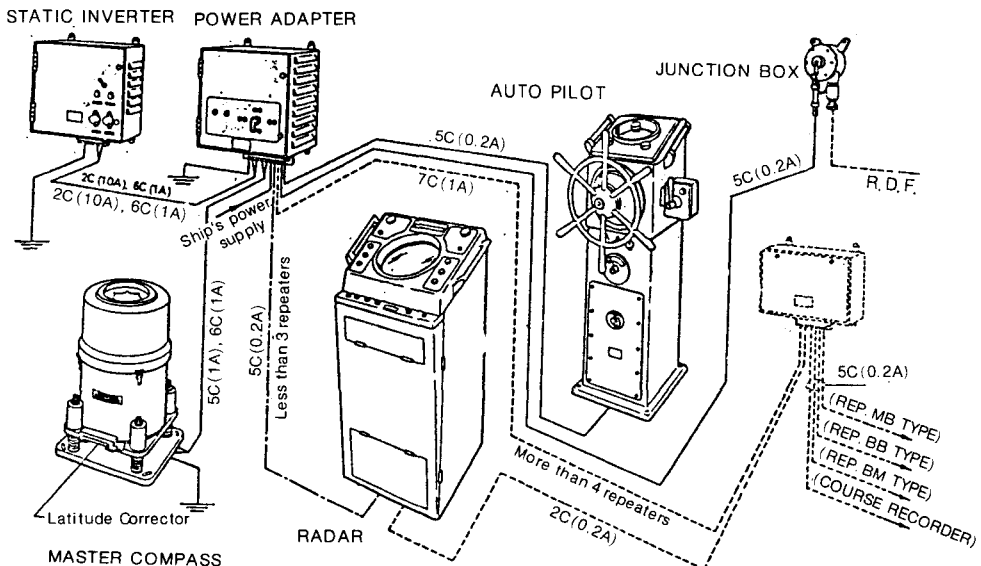


그림 2.2 아담티브 자이로 컴퍼스 시스템

(2) 자이로컴퍼스의 구성

그림 2.2는 자이로컴퍼스의 지시방위를 오토파일럿(auto pilot)나 레이더(radar), 코스레코더(course recorder), 방탐(radio direction finder), 선위측정계측기기(loran c, omega, NNSS, GPS..) 등에 원격지시할 수 있는 어댑티브 자이로컴퍼스 시스템(adaptive gyrocompass system)을 나타낸 것으로서, 자이로 컴퍼스의 구성은 다음과 같다.

- ① 마스터 컴퍼스(master compass)
- ② 스테틱 인버터(static inverter)
- ③ 파워 어댑터(power adapter)
- ④ 싱크로 앰플리파이어(synchro amplifier)

(3) 자이로컴퍼스를 이용한 자동항법장치

최근 마이크로 컴퓨터를 이용한 자동제어기술과 디지털 회로기술을 응용하여 자이

로컴퍼스의 지시방위를 자동조타나 선속 및 선위 측정용 계측기기 등에 원격지시 함으로써 항법자동화가 이루어지게 되었다.

그림 2.3은 자이로컴퍼스를 이용한 총합항법장치(total navigation system)를 나타낸 것으로서 자이로컴퍼스의 선위방위를 자동조타나 각종 계측기기 등에 입력되어 방위신호와 선속신호 및 rudder 각 신호 등이 마이크로 컴퓨터에 자동 입력됨으로 인해 각종 항법계산이 이루어지게 되었으며, 따라서 가장 적절한 조타제어 및 자동변침 등 선체의 동적 특성을 자동 추정함으로써 가장 경제적이고 능률적인 항법자동화가 이루어지게 되었다.

4-3. 홀소자(hall elements)를 이용한 자기센서에 의한 방위측정

최근 센서(sensor)기술의 발달로 선박

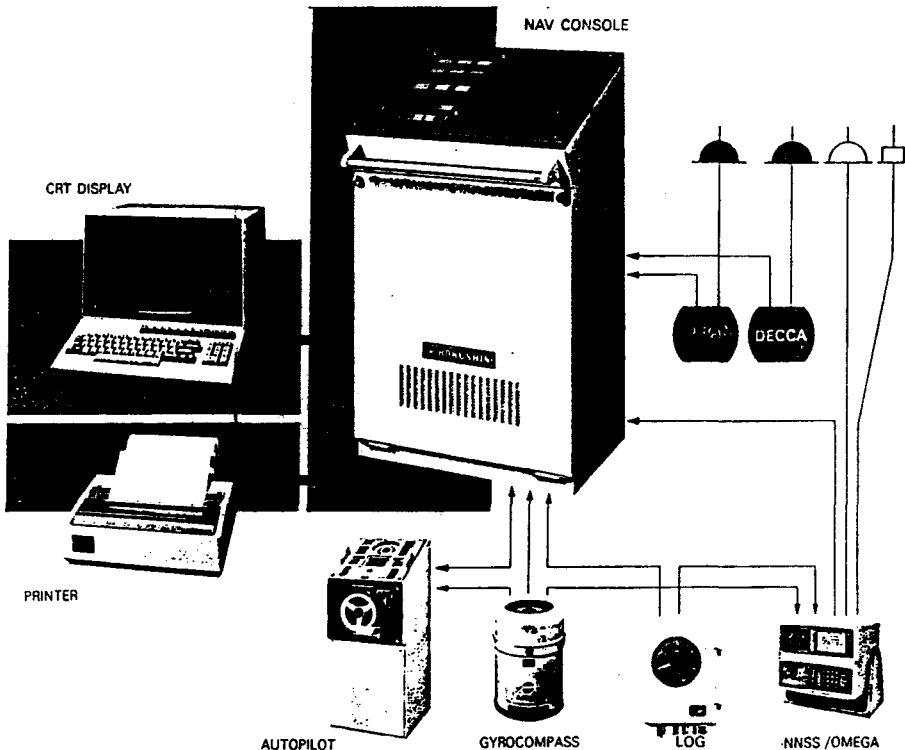


그림 2.3 자동항법장치

에서도 지금까지 사용되고 있는 자기컴퍼스 대신 자기센서(magnetic sensor)를 이용하여 선수방위를 직접 전기신호로 나타낼수 있는 3축고정형 전자 컴퍼스(electronic compass)가 개발되고 있다.

이러한 전자컴퍼스는, 자기센서를 자차가 적은 장소에 설치하여 자차를 전기적으로 수정할 수 있을 뿐만 아니라, 원격조작되는 로봇이나 자동차 등 각종 이동물체의 방향센서로 이용될 전망이다.

(1) 3축고정형 전자컴퍼스(electronic compass)

전자컴퍼스는 선체에 고정시킨 자기센서로 선내 3축자계(선수방향, 정횡방향, 수직방향)와 임의의 선수방향에 대한 지자

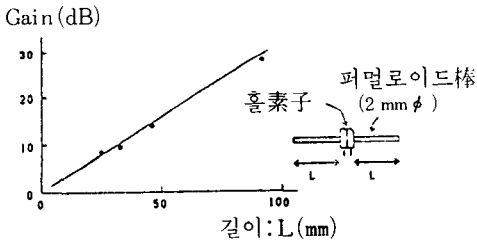


그림 3-1 Perm-alloy rods에 의한 磁界의 集束效果

기의 3축방향의 자계(자북, 자동, 연직하방)을 측정하여 선수자기방위를 구하는 것이다.

여기서 자기센서에 이용된 홀소자(hall elements)를 감자성 재료인 퍼멀로이드 박판(perm-alloy rods)을 이용했을 때 자계의 집속효과는 그림 3-1과 같다.

그림 3-1에서 보는 바와 같이 1방향에 홀소자 2개를 사용했으며, 퍼멀로이드봉(perm-alloy rods)을 병용해서 자계의

집속효과를 높였는데, 퍼멀로이드봉의 길이가 길수록 자계의 집속효과가 커지나, 너무 크게 되면 주변의 자계에 의한 교란을 받기 때문에 퍼멀로이드봉의 길이는 약 12mm 정도로 했다.

3축 자기센서는 1변의 길이가 6mm인 정4각형 아크릴 블록의 6면에 홀소자와 퍼멀로이드봉을 접착한 것으로 1변이 34mm인 아크릴 박스에 수납하도록 되어 있고 자기센서로 측정된 선수방위를 오토파일럿이나 침로설정 리모트 및 조타리모트 등에 원격지시할 수 있는 방위측정장치도 있다.

이외에 자기센서를 측정된 선수방위를 오토파일럿이나 침로설정 리모트 및 조타리모트 등에 원격지시할 수 있는 방위측정장치가 있다.

참고문헌

- 1) 李相鏞(1982) : 자기컴퍼스와 自差. 아성출판사, 20-24
- 2) 安瑛化(1987) : 한국산 자기컴퍼스의 성능 - I. II. 한국어업기술학회지 23 (3),
- 3) 鈴木 裕·浜田悦之·白井靖章(1980) : テジタル指示磁氣コンパスの試作と性能に関する研究. 일본항해학회지 60, 29-36.
- 4) 宮本佳則·浜田悦之·白井靖幸(1988) : ホール素子を用いた3軸固定型電子コンパスの試作. 일본항해학회지 80, 55-61.
- 5) L. Tetley and D. Calcutt(1986) : Electronic Aids to Navigation. Edward Arnold Ltd. 190-297.