

직류 서어보 전동기

원 종 수

(서울대공대 전기공학과 교수)

1. 서 론

근래 직류 서보전동기하면 제자에 영구자석을 사용한 전동기를 생각하게 되는 것이 일반적인 경향이 되고 있다. 1965년 후반 경까지는 직류 서보전동기는 권선계자형이 주류를 이루고 있었다. 권선형의 장점은 영구자석형에서는 할 수 없는 제자제어방식이 가능한 점이다. 제자제어방식은 회전속도의 제어가 작은 제자전류의 제어로 용이하며, 제어측에서 보면 용량이 작은 제어부분에 의해 큰 제어가 가능하다. 1975년 대 초부터 제자에 페라이트자석 또는 알니코자석을 사용한 직류 서보전동기가 많이 사용되게 되었다. 권선형과 비교할 때 제자가 영구자석이면 제자손실이 없으므로, 전동기를 경량 소형화하는 요인을 주게 되었다. 영구자석형 직류 서보전동기의 회전속도 제어는 전기자전압 제어에 의한 방법 밖에 없다. 전기자전압의 제어는 대전류를 용이하게 제어할 수 있는 다이리스타가 초기에는 많이 사용되었으나 현재는 거의 파워트랜지스터를 사용하고 있다. 드라이버도 회로손실이 많은 리니어 앰프보다는 트랜지스터 스위칭(PWM)방식으로 이행되었다.

현재는 영구자석형 직류 서보전동기와 PWM방식의 조합으로 사용되는 것이 대부분이다. 여기서는 영구자석형 직류 서보 전동기에 대해서 구조, 특징, 성능 등에 대해 다루어 본다.

직류 서보전동기로서의 특징을 열거하여 보면

- (1) 광범위한 속도제어 범위에서 사용할 수 있다.
- (2) 응답성이 좋다.
가속, 감속시의 응답성이 좋고, 시정수는 작고 토오크/이너서 비가 크다.
- (3) 가혹한 동작에 견딜 수 있도록 견고하며, 빈번한 기동, 정지, 정역전을 반복할 수 있다.
- (4) 회전방향에 따른 특성차가 없다.
- (5) 과부하 및 충격부하에 견딜 수 있는 충분한 기계적 강도를 가져야 하며, 또한 소형화가 요구된다.
- (6) 토오크/중량, 토오크/입력이 크다.
- (7) 높은 신뢰성이 있어야 하며, 가혹한 환경하에서 사용되는 경우가 있다.

또한 근래의 경향으로는 특히 소형화가 요구되고 있다. 산업용 로봇의 굴절부분에 사용되는 전동기는 전동기 자체가 가동부로 되기 때문에 경량화하면 타축(他軸)전동기 용량을 작게할 수 있다.

3. 직류 서보전동기의 분류

직류전동기의 종류를 구조상으로 분류하면 표1과 같으며, 그 구조는 그림1과 같다. 또한 운동형태상으로 보면 회전형과 직선운동형이 있으나 회전형만 다루기로 한다.

표1. 직류전동기의 분류표

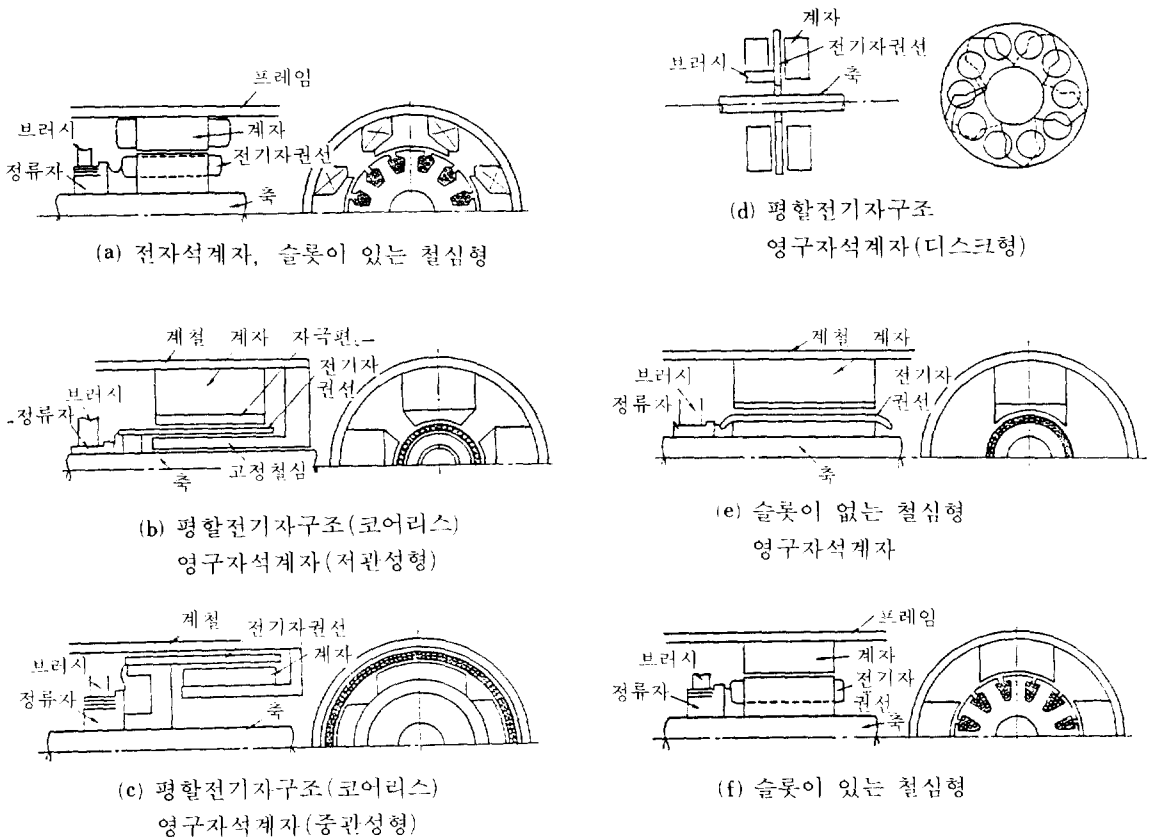
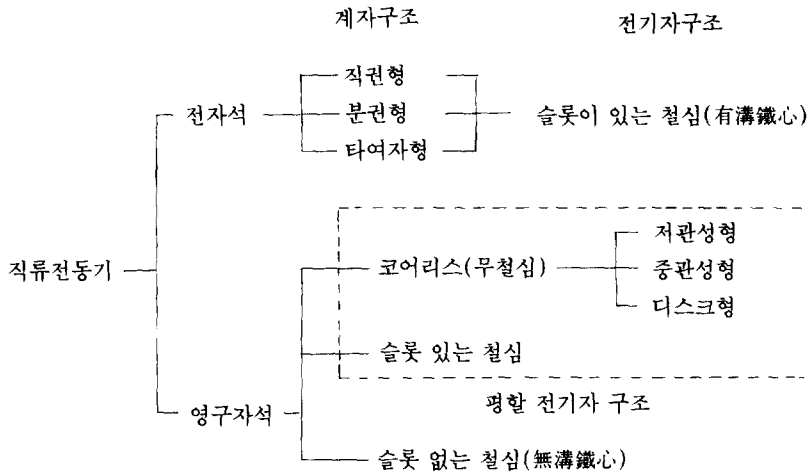


그림1. 직류전동기의 구성도

3. 1 계자의 구성

(1) 전자석 이용 계자

전자석을 이용한 계자는 얇은 규소강판을 성층한 철심을 절연하고 권선하며, 이에 전류를 흘려 전자석으로 하는 방식이다. 전자석 이용의 계자는 동작중 계속해서 계자에 전류를 흘려주어야 하는 관계로 계자권선에서 발생하는 열은 전동기에서 발생하는 열의 상당부분을 차지한다. 따라서 소용량의 전동기에서는 보통 사용하지 않는다. 전동기 용량의 크기는 전동기 내부에 사용되고 있는 절연재에 의해 내부에서 발생시킬 수 있는 열 에너지로부터 결정된다. 그러므로 계자를 여자하는 데 에너지 소비가 있으면 유효한 힘(토크)을 발생시키는 데 필요한 에너지가 그만큼 줄어들기 때문에 소용량의 전동기에서는 사용되지 않는다. 서보전동기에서도 용량이 큰 것에서는 사용되고 있는 예가 있으나 이 경우에는 대개의 경우 통풍냉각식으로 하든가, 전폐식전동기이면 특수 방열구조로 하고 있다. 영구자석을 사용한 경우에 비해 가격면에서 상당히 유리한 경우가 아니면 사용되지 않는다. 이 한계는 서보전동기인 경우 대략 10kW 정도일 것이다.

(2) 영구자석 이용 계자

영구자석을 이용한 계자는 한번 자화시켜 놓으면 특별한 경우를 제외하고 반영구적으로 계자가 형성되고 있어 전동기에 흐르는 전류를 가장 효율 좋게 힘으로 변환할 수 있는 관계로 거의 대부분의 소형전동기에 이용되고 있다.

대표적인 영구자석으로는 현재 페라이트, 알니코계 자석, 희토류 자석의 3종이 있다. 자석 세기를 가늠하는 하나의 지침이라 할 수 있는 잔류자속밀도는

페라이트 자석	0.4T
알니코계 자석	1.3~1.4T
희토류 자석	1.0T

정도이고, 동일 전기자도 동일 전류를 흘렸을 때 얻을 수 있는 힘(토크)은 이 잔류자속밀도에 대략 비례하고 있다. 또한 자석은 그림2에 보인 동작점에서 사용하지만 이 동작점은 자석높이/공극길이로 결정되며, 동작점을 높게 취하려면 자석을 많이 사용할 필요가 있다. 특히 알니코계 자석인 경우에는 보차력이 작기 때문에 자석의 높이가 높아진다.

자석은 종류에 따라 온도계수가 다르지만 페라이트는 $-0.2\%/deg$, 알니코자석은 $-0.02\%/deg$, 희토류자석은

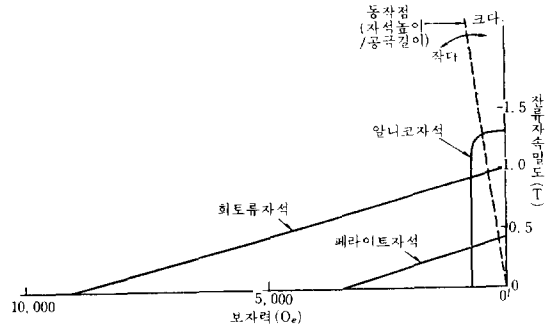


그림2. 영구자석의 특성

재질에 의하지만 $-0.03\sim-0.05\%/deg$ 의 값을 가지고 있기 때문에 온도상승 전(cold)의 특성과 온도상승 후(hot)의 특성은 토크 정수가 상기 비율로 변화하므로 동일 토크에 대해서 회전속도가 상승하여, 전류가 커지는 것에 유의할 필요가 있다.

3. 2 전자석 계자 전동기

(1) 직권형 전동기

전기자와 계자를 직렬로 결선한 전동기이며, 기동시의 토크는 높게 취할 수 있으나 전기자의 회전수 상승에 따라 토크가 저하되는 특성이 있다. 경부하에서 고속운전에 적합하며, 서보전동기로는 사용되고 있지 않다.

(2) 분권형 전동기

전기자와 계자를 병렬로 접속한 전동기이며, 부하에 대한 속도변동이 작다.

(3) 타여자형 전동기

전기자와 계자에 별개의 전원을 사용한 전동기이고, 제어성이 우수하다. 가변속도에 계자제어를 할 수도 있다. 대용량 서보전동기에서 사용예가 있다.

이상에서 다른 전자석 계자형 서보전동기는 일부 대용량의 것을 제외하고는 사용되고 있지 않아 다음 장에서는 영구자석형 서보전동기에 대해서 다루기로 한다.

3. 3 영구자석 계자 전동기

산업용 메카트로닉스에 사용되고 있는 서보전동기는 출력면에서 보면 10W정도에서 수kW정도의 것이 대부분이다. 직류 서보전동기를 전기자 구조에 따라 그 특징을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 슬롯이 있는 보통형 전기자 전동기

- ① 전기자의 인덕턴스가 크다.
- ② 피크전류가 작다.(정격의 2~3배)
- ③ 정류 특성이 그다지 좋지 않다.
- ④ 브러시 수명이 짧다.
- ⑤ 슬롯에 의한 토오크의 불균일, 회전불균일이 있다.
- ⑥ 공극이 작고 전기자반작용이 크기 때문에 직선성이 떨어진다.
- ⑦ 이너셔가 크다.
- ⑧ 전기자와 계자사이의 공극이 작아 계자를 작게 할 수 있다.
- ⑨ 회전자의 냉각성은 떨어지지만 열 시정수가 크다.(단시간 정격을 선정할 수 있다)
- (2)슬롯이 없는 평할 전기자형 및 무빙코일형 전동기
- ① 전기자 인덕턴스가 대단히 작다.
- ② 정류특성이 좋다.
- ③ 피크전류를 크게 취할 수 있다.(정격전류의 5~10 배)
- ④ 브러시 수명이 길다.
- ⑤ 원주에 균일하게 권선되어 있기 때문에 슬롯 리플이 없다.
- ⑥ 공극이 넓어, 전기자반작용이 작기 때문에 토오크-전류특성의 직선성이 좋다.(제어하기 쉽다)
- ⑦ 평할 전기자형은 전기자 직경을 작게 할 수 있어 이너셔가 작다.(T/J가 크다)
- ⑧ 무빙코일형은 철심이 없으므로 이너셔가 작고 전동기 중량도 가볍다.(T/J가 크다)
- ⑨ 공극이 크기 때문에 큰 계자를 필요로 한다.
- ⑩ 회전자의 냉각성이 좋고 소량의 통풍으로 잘 냉각이 된다.(냉각성이 좋기 때문에 도체의 전류밀도를 크게 취할 수 있다)

- T : 발생 토오크[kg · cm]
- N : 회전수[rpm]
- K_T : 토오크정수[kg · cm / A]
- I_a : 전기자전류[A]
- I_0 : 무부하전류[A]
- V : 인가전압[V]
- R_a : 전기자저항[Ω]
- V_B : 브러시 접촉 전압강하[V]
- K_E : 유효전압정수[V / rpm]

이러한 두 식중 K_E, T 는 그 전동기가 가지는 고유한 정수이며, 카타로그에 표시되어 있다. 어떤 부하에 필요한 토오크가 정해지면 (2)식으로 부터 필요한 전류가 구해진다. 또한 이 전류치를 (1)식에 대입하고, 부하에 요구되는 회전수 N이 결정되면 이에따라 전동기의 단자전압이 결정된다. 그림3은 영구자석 전동기의 특성예를 보인 것이다.

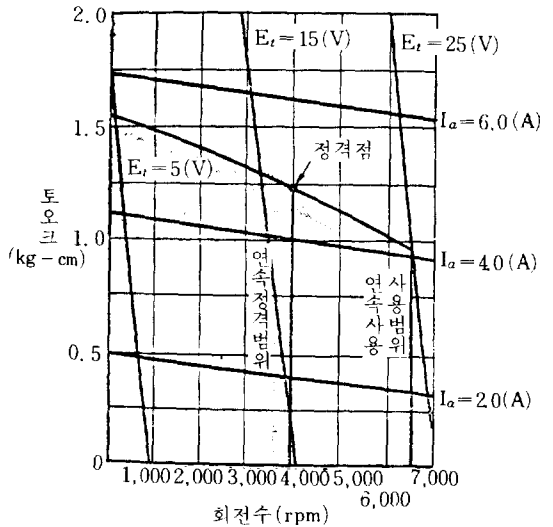


그림3. 영구자석 전동기의 특성도(예)

4. 직류 서보전동기의 특성

4. 1 특성식

직류 서보전동기는 선형특성을 가지며, 입력전류, 토오크는 비례관계가 있으며, 또한 인가전압, 회전속도도 비례관계에 있으므로 대단히 제어하기 쉬운 이점이 있다. 식으로 표시하면

$$V = K_E N + I R_a + V_B \quad (1)$$

$$T = K_T (I - I_0) \quad (2)$$

일반적으로 직류 서보전동기에서는 전류가 일정하면 토오크는 거의 일정하지만 이 전류-토오크 곡선에서는 고속회전으로 됨에 따라 토오크는 감소하고 있다. 이것은 회전으로 인한 마찰등의 손실이 증대하기 때문에 (2)식의 I_0 증가) 유효 토오크가 감소하고 있는 것을 보이고 있다. 이 경향은 소형전동기일수록 현저하다. 또한

전압커브는 전압이 일정할 때 이 선 상에서 토오크, 회전수가 변동하는 것을 보이고 있다. 그림3으로 부터 정격점에서의 전압, 토오크, 회전수를 구하려면 먼저 전압 15V와 25V 사이의 간격을 비례등분해서 17V를 얻고 이때의 토오크 1.22kg-cm, 회전수 4000rpm을 얻는다.

이러한 과정을 통해 영구자석 직류 서보전동기는 전압제어에 의해 속도를 제어할 수 있음을 알 수 있다.

4.2 직류 서보전동기의 용어

직류 서보전동기를 사용하는 경우 일반 직류전동기와는 달라 단지 출력이나 토오크 만으로는 부족한 수가 있다. 서보전동기의 성능을 이해하는 데 필요한 점을 열거해 보면 다음과 같다.

(1) 정격토오크

정격토오크란 정격출력, 정격회전속도로 운전하는 전동기의 출력토오크를 말한다. 전동기의 출력토오크는 무부하전류분을 무시한다면 전기자에 흐르는 전류 I_a 에 비례한다. 또한 전기자 자신이 가지는 저항 R_a 에 의한 $I_a^2 R_a$ 손실의 발생으로 전기자의 온도는 상승하게 된다. 전기자에 사용되고 있는 절연재료로부터 허용온도 상승치는 정해져 있다. 손실 $I_a^2 R_a$, 토오크 $K_T I_a$ 는 전류의 함수이므로 정격 토오크는 전기자의 허용온도 상승치로부터 정해져 있다.

전동기의 구조에서 통풍냉각형이 있는 바 이것은 전동기 내부에 통풍하므로써 냉각을 좋게하여 결과적으로 토오크의 상승을 얻기 위한 것이다.

(2) 순시최대토오크

서보전동기가 낼 수 있는 최대토오크를 말하며, 서보전동기가 가지는 가속능력을 좌우한다. 순시최대토오크는 카다로그에 제시된 특성표 상의 순시최대전류를 홀림으로써 얻게된다. 이 순시최대전류는 전기자권선과 순시최대전류에 의한 감자작용으로부터 제한을 받는다. 일반적으로 평활전기자형의 전동기축이 슬롯이 있는 전기자형보다 인덕턴스가 작기 때문에 순시최대전류를 크게 흘릴 수 있다.

(3) 파워레이트

빈번하게 기동, 정지 또는 가감속운전을 행하는 서보용도에서는 출력이 큰 것 만으로는 부하를 구동할 수 없는 경우가 생긴다. 이 경우 전동기의 능력을 표시하는 특성으로 파워레이트가 있다. 파워레이트란 마찰손실은 무시할 수 있는 것으로 보고, 전동기 자체의 회전부

분을 가속시키는 데 요하는 미소시간 동안의 출력증분 또는 출력상승율을 나타내는 것으로 다음과 같이 표시한다.

$$G = 980 \frac{T_R^2}{J_M} \times 10^{-7} \quad (3)$$

여기서 G : 파워레이트[kW/sec]

T_R : 정격토오크[kg-cm]

J_M : 회전자 이너서[kg-cm-sec²]

이 파워레이트는 전동기와는 관계없이 부하측의 제원으로 부터 부하가 요구하는 파워레이트를 산출할 수 있으며, 부하가 요구하는 파워레이트 이상의 파워레이트를 가지는 전동기를 선정하면 부하의 구동이 가능하다. (다만 부하와 전동기 사이에 최적감속비를 선정하였을 때란 조건이 들어간다.)

5. 직류 서보전동기의 종류

이상 각 항에서 다루어 온 서보전동기의 특징이 어떤 것인가에 대해 구체적으로 살펴보기로 한다.

5.1 코어리스 전동기(저관성 컵형)

직류 서보전동기 중 가장 응답성이 우수한 전동기로서 코어리스 전동기가 있다. 그림4에 보인 것과 같이 이 전동기는 문자 그대로 철심이 없이 도체부분만으로 전기자를 구성하고 있다. 회전부분의 이너서를 극력 작게

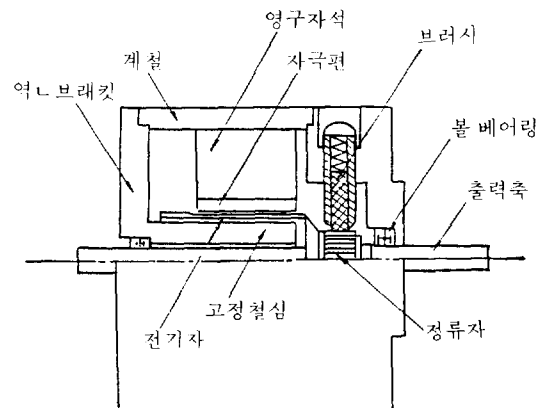


그림4. 저관성 컵형 전동기의 분해도

하였으며, 가동코일형 전동기로서 오래 전부터 알려져 왔다. 서보성능을 추구하기 위해서 고에너지적 자석의 채택이라던지 알루미늄의 사용, 코일의 점적율을 높이기 위해 각선(角線)의 사용등을 행하고 있다.

(1) 구조

컵형 전기자의 내측에 고정철심을 놓고, 외측에는 강력한 자석으로 자속을 만든다. 또한 자석의 선단에는 자극편(pole shoe)을 달아서 자속의 확산을 방지함으로써 보다 높은 자속밀도를 얻을 수 있는 구조로 한다.

(2) 전기자

전기자의 형상은 가늘게, 길게 하는 것이 서보성능을 좋게 하는 데 효과가 있으나 강도상의 문제와 제조상의 문제 때문에 제한을 받게 된다. 전기자감의 권선은 그림 6과 같이 6각형으로 감은 코일의 직선 부분을 교대로 배치해서 힘의 발생 부분을 단층으로 한것과 집중 권선으로 하여 각 코일을 중첩시켜 2층으로 한 것이 있다. 또한 정류자나 축에 대해서도 특별한 고려를 해서 정류자편을 얇게 한다든지, 축은 세라믹을 사용한다든지 해서 경량·고강성화(高剛性化)를 기하고 있다.

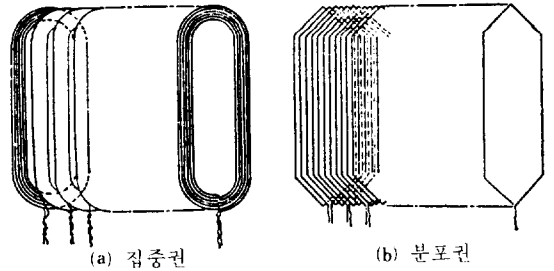


그림6. 권선

(4) 특징

이 전동기는 직류 서보전동기 중 가장 우수한 서보성능을 가지며, 그 기계적 시정수는 0.75~3ms 정도의 응답성을 가진다. 다음에 주요 특징을 열거해 본다.

- ① 전기자 이너셔가 대단히 작다.
- ② 전기자 인덕턴스가 대단히 작아, 전기적 시정수가 작다.
- ③ 전기자반작용이 작아, 대전류를 흘릴 수 있다.
- ④ 전류, 토오크 간의 직선성이 우수하며, 제어성이 좋다.
- ⑤ 고속회전이 가능하다.

5.2 코어리스 전동기(중관성 컵형)

메카트로닉스용으로 0.4~7.5W 정도의 코어리스 전동기가 있다. 이 전동기는 서보전동기의 특징을 간직하면서 부하 이너셔를 크게 잡고 있어, 큰 부하에 적합하기 쉽게 하고 있다.(그림1의 (C)참조)

(1) 구조

그림7과 같이 전기자의 직경은 전동기 외경의 최대에 가까운 곳에서 설계되고 있어, 전기자의 이너셔가 커지고 있다. 전기자는 프레임에 근접해서 회전하기 때문에 전기자로 부터의 발열을 프레임에 쉽게 전달할 수가 있다. 계자의 자석은 강력한 페라이트 자석을 사용하며, 전기자의 내측에 위치하고 있다.

(2) 전기자

전기자 권선은 그림6의 분포권으로 되어 있다. 연속적으로 권선된 6각형 코일을 상하 코일 사이에 절연지를 끼우고 이를 원통상으로 성형한 후, 코일의 내면과 외면을 수지함침의 그라스테이프로 싸서 단단하게 굳힌 것이다. 정류자와의 접속은 라이자에 의한다.

(3) 계자

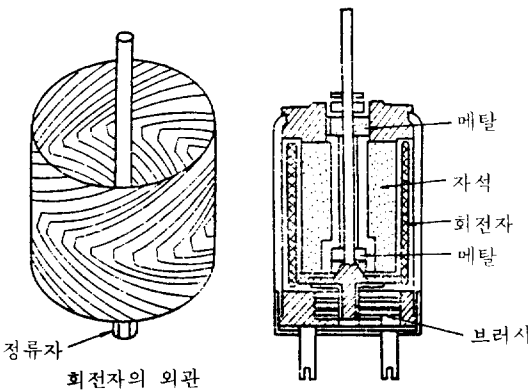


그림5. 코어리스 전동기 참고도

(3) 계자

전기자의 구조상 권선횟수가 제한되며, 또한 공극 속을 코일이 회전하기 때문에 공극은 슬롯이 있는 전기자 구조에 비해 크다. 따라서 자석의 높이를 크게 함과 동시에 고자속밀도를 얻기 위해 자석의 면적도 많이 하여, 자극편을 써서 코일의 유효부분에 자계를 집중시키도록 고려되어 있다. 또한 자극편은 최대토오크를 내었을 때 흐르는 최대순시전류로 인한 감자작용을 방지하는 목적도 아울러 가지고 있다.

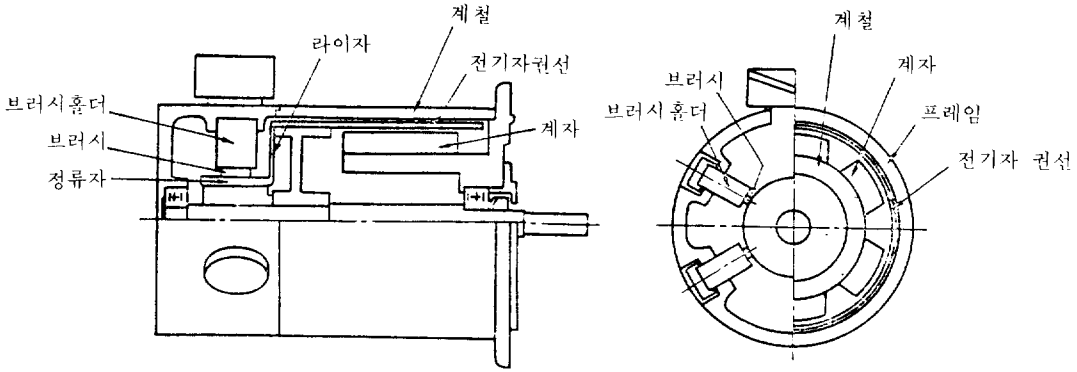


그림7. 코어리스 전동기(중관성 접형)구조도

계자는 강력한 페라이트 자석을 사용하고 있어, 대전류에 견딜 수가 있으며, 정격토크의 5배 정도의 토크를 낼 수가 있다.

(4) 특징

이 전동기는 서보전동기로서의 특징을 살리면서 큰 부하에 적용하기 쉽게 되어 있다. 주요 특징은 다음과 같다.

- ① 전기자반작용이 작기 때문에 과부하 상태에서도 정류가 좋다.
- ② 전기자의 직경을 크게 함으로써 저속 대토크 특성을 가진다.
- ③ 전기자가 프레임에 근접하고 있어, 방열이 잘되기 때문에 열시정수가 크다.

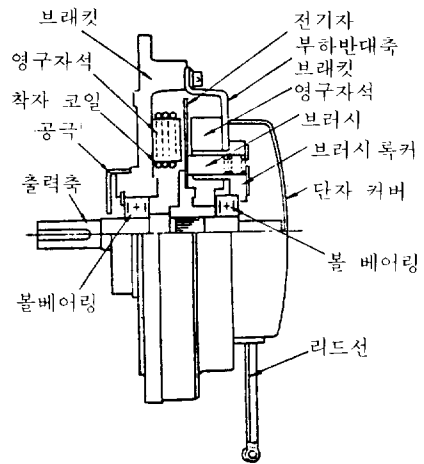


그림 8. 프린트 전동기의 구조도

5.3 코어리스 전동기(偏平形)

이 형의 대표적인 전동기에 프린트 전동기가 있다.

(1) 구조

그림8과 같이 코어리스의 디스크상의 전기자를 중앙에 배치하고 그 양측에 자석을 서로 향하게 배치한다.

(2) 전기자

전기자의 코일은 0.1~0.5mm의 동판을 프레스로 그림9와 같이 편칭해서 반(半) 코일을 만든다. 이 반코일을 접착제를 칠한 절연지에 앞뒤로 2매 붙인 것을 1~3조 중첩시켜, 내외주를 용접에 의해 접속한 구조이다. 정류자는 따로 만들지 않고 전기자 표면 도체의 일부에 브러시를 직접 접촉시켜 급전하고 있다.

(3) 계자

계자는 알니코 자석을 사용하며, 고자속밀도를 얻기

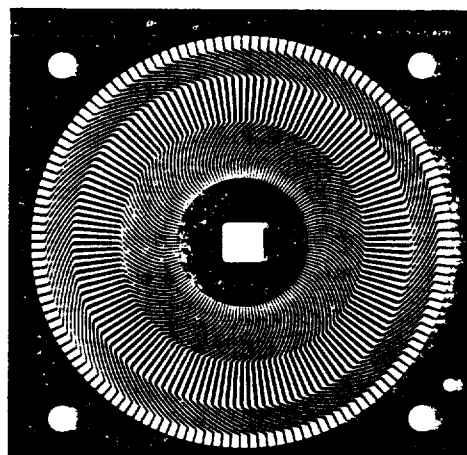


그림9. 프린트전동기의 반(半)코일

위해 서로 마주 보도록 배치하고 있다. 알니코 자석은 보자력이 낮은 관계로 감자되기 쉬우나 전동기 출하전에 순시최대전류로 안정감자시키고 있어, 순시최대전류치 이하에서 사용하는 경우이면 안정된 특성을 얻을 수 있게 하고 있다.

(4) 특징

프린트 전동기의 특징은 전기자의 구조에 있으며, 그 구조에 따라 다음과 같은 특징을 갖는다.

- ① 편평(扁平), 소형, 경량이다.
- ② 도체를 직접 정류자로 사용하고 있기 때문에 정류자편 수가 대단히 많아, 정류가 아주 좋아 브러시의 수명이 길다. 또한 정류자편수가 많기 때문에 토오크리플, 회전 불균일이 적다.
- ③ 도체가 기계적으로 배치되어 있기 때문에 코일 배열 불균일로 인한 불평형 토오크가 없다.
- ④ 나도체이고 표면적이 넓기 때문에 전기자의 냉각이 잘 된다.

5. 4 슬롯이 없는 철심형(無溝鐵心形) 전동기

이 형의 전동기는 철심의 사용으로 견고성과 신뢰성의 확보를 기도한 것이다. 전기자 이너셔를 작게 하기 위해 철심의 직경을 작게하고, 슬롯은 배제한다. 철심표면에 권선을 균일하게 배치해서 정류능력을 향상시켜, 서보성능을 비약적으로 개선한 전동기이다.

(1) 구조

그림10과 같이 전기자를 가늘게 그리고 길게 만들어 저이너셔 구조로 한다.

(2) 전기자

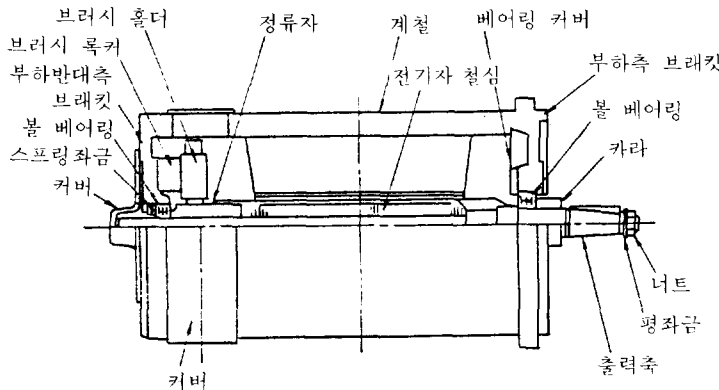


그림10. 슬롯이 없는 철심형 전동기의 구조도

슬롯이 없는 철심 위에 권선을 균일하게 배치하고, 그 라스테이프를 감아서 에폭시 수지를 함침시켜 고정시킨다. 정류자편 간에는 마이카를 사용해서 H종의 고온에 견디도록 한다.

(3) 제자

3kW이하의 전동기의 제자에는 알니코계 자석을 사용하고 있으며, 자극편(pole shoe)으로 자속을 집중시켜, 고자속밀도를 실현시키고 있다. 6kW이상은 전자석 제자를 채용하고, 따로 냉각용 팬을 갖는 타력통풍형으로 하고 있다.

(4) 특징

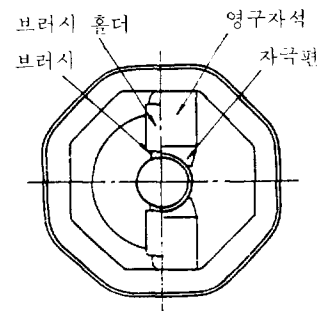
슬롯이 없는 철심구조이기 때문에 코어리스 전동기와 거의 동일한 특징을 가지고 있다.

- ① 전기자 이너셔가 작다.
- ② 코깅 토오크는 거의 없다.
- ③ 전기자반작용이 작기 때문에 정류가 좋고, 대전류를 흘릴 수 있다.
- ④ 전류와 토오크의 직선성이 좋고, 넓은 범위에 걸쳐 제어성이 우수하다.

5. 5 슬롯이 있는 철심형 전동기(저관성형)

이 형의 전동기는 슬롯이 있는 철심형 전동기 중에서는 서보성능을 최대한도로 추구한 것으로서, 프린터의 인자(印字)헤드 구동과 같은 40자/초의 문자선택을 할 수 있는 고응답성능을 갖는 전동기이다. 이 때문에 파워레이트/중량을 크게 하여, 소형, 경량으로 만들어져 있다.

(1) 구조



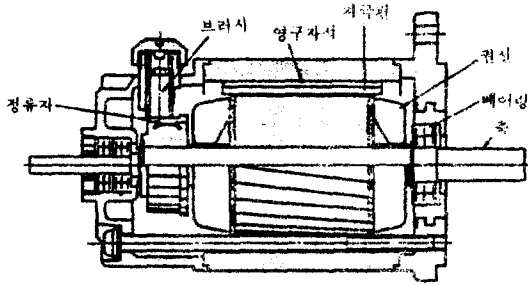


그림 11. 슬롯이 있는 철심형(저관성형) 구조도

그림 11. 슬롯이 없는 철심형 전동기(저관성형)의 구조도

그림 11에 보인 것과 같이 슬롯이 있는 철심에 코일을 감고, 정류자를 가지는 전기자와 외형, 종횡이 최소화 되도록 자극편 사이에 자석을 배치한 계자로 구성되어 있다. 그림 11은 100W 미만급의 것을 표시한 것이며, 그림 12(c)와 같이 회로류 자석을 얇게 가공한 것을 프레임에 직접 고정시킨다.

(2) 전기자

서보기능을 증가시키기 위해서 철심길이는 전기자 직경에 비해 길게 하며, 슬롯 속에는 가급적 권선을 많이 한다. 또한 자극과 전기자 사이는 공극을 작게 하여 자속밀도를 높게 취하고 있기 때문에 코깅 토크가 발생하기 쉽다. 이 때문에 회전자의 슬롯을 사구(skewed slot)로 하여, 코깅 토크의 경감을 기하고 있다.

(3) 계자

자석은 보통 알니코계를 사용하고 있으며, 그림 12(a)와 같은 구성이 많다. 이와 같은 구성으로 하는 것은 높은 자속밀도를 얻기 위해서는 자석의 길이가 필요하기 때문이며, 외형을 작게 하기 위해서는 이 형상이 적합하기 때문이다. 그리고 고성능이 요구되는 전동기에는 회로류 자석을 사용한 그림 12(b)와 같은 구조의 것도 제

품화되고 있다.

(4) 특징

- ① 슬롯이 있는 철심형 전동기 중에서는 최고의 서보 성능을 가진다.
- ② 코어리스형 보다 공극을 좁게 할 수 있어 자석량이 적게 소요된다.
- ③ 파워레이트/중량 비면에서 대단히 우수하다.
- ④ 소형 경량이다.

5.6 슬롯이 있는 철심형 전동기(중관성형)

이 형의 전동기는 서보전동기로서는 비교적 용량이 큰 것에서 볼 수 있으며, 공작기계용이나 일반 산업용에 많이 사용되고 있다. 슬롯이 있는 철심의 장점은 열용량이 큰 점이며, 과부하에서도 수분간은 견딜 수 있어, 저속 대토크용에 적합하다.

(1) 구조

전기자는 저관성형과 같으며, 자석은 페라이트계이고, 프레임에 직접 고정시킨다.

(2) 전기자

저관성형과 같다.

(3) 계자

자석은 고성능 페라이트계 자석을 사용하며, 프레임 상에 직접 고정시킨다. 공극을 좁게 할 수 있기 때문에 자석의 높이도 낮게 할 수 있어, 가늘고 긴 형태로 되어 있다.

(4) 특징

- ① 저속시의 토크가 크다.
- ② 과부하 내량이 크다.
- ③ 파워레이트가 크고, 응답성이 좋다.

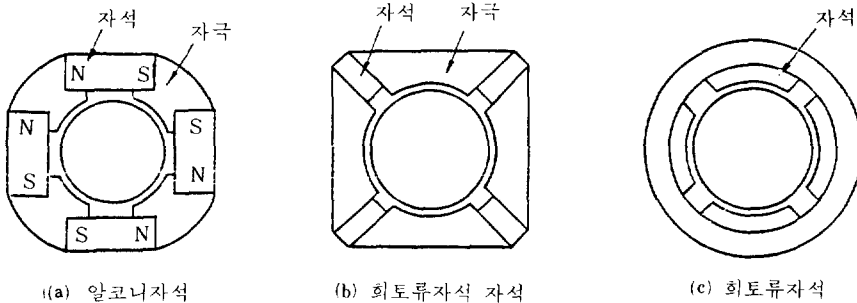


그림 12. 슬롯이 있는 철심형전동기(저관성형)의 계자구조

6. 결 론

직류 서보전동기에 대해 개략적으로 소개하는 과정에서 강조한 것처럼 전동기란 재료와 부품의 조합이고 보면 재료나 부품의 기술혁신에 힘입어 전동기가 현저한 개선을 이룬 것은 사실이다. 그러나 이러한 “좋은 소재”를 훌륭하게 조합시키기 위해서는 전동기의 기성개념을 허물어뜨리는 일이 생기게될지도 모른다. 금후의 움직임은 참으로 예측키 어려운 상태이다.

본래 서보전동기는 장치의 외관에 그 모습을 보이는 경우가 적어, 친밀감을 느끼지 못하는 독자도 많을 것으로 본다. 이 글이 그러한 분들의 이해를 다소라도 도울 수 있었다면 다행으로 생각하는 바이다.

참 고 문 헌

- 1) 片岡照雄, “制御用小電動機の 最近の動向” 日本電氣學會雜誌, pp. 289-291. Vol. 106, No.4. 1986.
- 2) 長坂長彦, “新しいサーボ技術概説” サーボ技術實用マニュアル, pp. 1~13.トリケツプス, 1984.
- 3) 飯島和彦, “直流サーボ モータ” 日本電氣學會雜誌, pp. 276-279. Vol. 99, No. 4. 1979.
- 4) 吉田祐三, 村上尚徳, “直流サーボ モータ” 日本電氣學會雜誌, pp. 299-302. Vol. 106, NO. 4. 1986.
- 5) 中野 純, “直流サーボ モータ,” 高精度送り 回轉機構設計, pp. 1-19,トリケツプス, 1984.
- 6) 須藤 二全, “信號檢出用回轉機” 日本電氣學會雜誌, pp. 293-296. Vol. 99, No. 4, 1979.
- 7) 舟久保 照康, “制御用 アクチュエタ. 産業圖書, 1984.
- 8) 秋山勇治 “小型 モータ 設計マニュアル”トリケツプス, 1987.
- 9) 鈴木信二, “DCサーボ モータの特性と選定のポイント” 小型モータの選定と應用のすべて. 機械設計, 1987.
- 10) 變山眞彦, “DCサーボ モータ” サーボ 技術入門, 日刊工業新聞社, 1986.
- 11) 元鍾洙 “精密用制御電動機の 最近技術” 大韓電氣學會誌, Vol. 35 No. 9 1986.
- 12) Electro-craft Corporation, “DC Motors Speed Controls Servo Systems” Pergamon Press, 1977.