

메카트로닉스의 基礎知識(4)

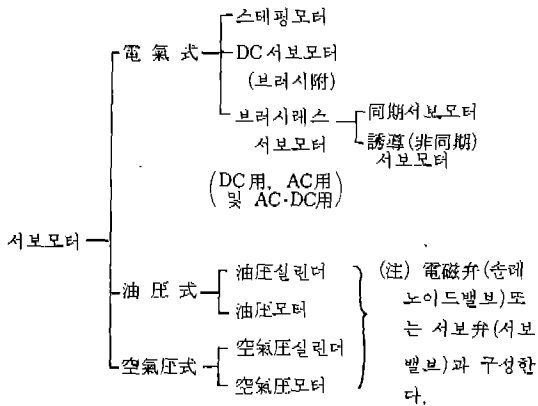
Ⅲ. 액츄에이터의 種類와 선정방법

1. 액츄에이터와 그 種類

(1) 액츄에이터와 서보모터

이미 설명한 바와 같이 액츄에이터란 콘트롤러의 制御信號를 인터페이스로 받아 制御信號에 따라 機器 本体(機械部)를 기계적으로 조작하는 장치를 말하며 서보機構 또는 驅動部 등으로 호칭되기도 한다.

액츄에이터는 驅動源인 서보모터 및 制御裝置로 구성되는데 액츄에이터는 電氣式, 油壓式 및 空氣壓式이 있으며 그림 1에 서보모터의 종류를 들었다. 경제성 및 신뢰성의 양면에서 서보모터는 電氣式이 主力로 되어가고 있으며 여기서도 電氣式을 중심으로 설명하기로 한다. 油壓式 및 空氣壓式의 制御



(그림-1) 서보모터의 種類

裝置에는 電磁弁 또는 서보弁도 포함된다. 電氣式 서보모터는 단지 서보모터라고도 하며 直流 또는 交流의 모터이다.

(2) 서보모터에 要求되는 性能

서보모터에 要求되는 主要性能은 다음과 같다.

① 빈번한 始動, 停止, 逆電 등의 가혹한 조건하에서 지장없이 사용할 수 있으며 過負荷耐量이 커야 된다.

② 應答時間을 작게 하기 위해 慣性(GD^2)과 電氣的, 機械的 時定數가 가급적 작게 되어 있을 것

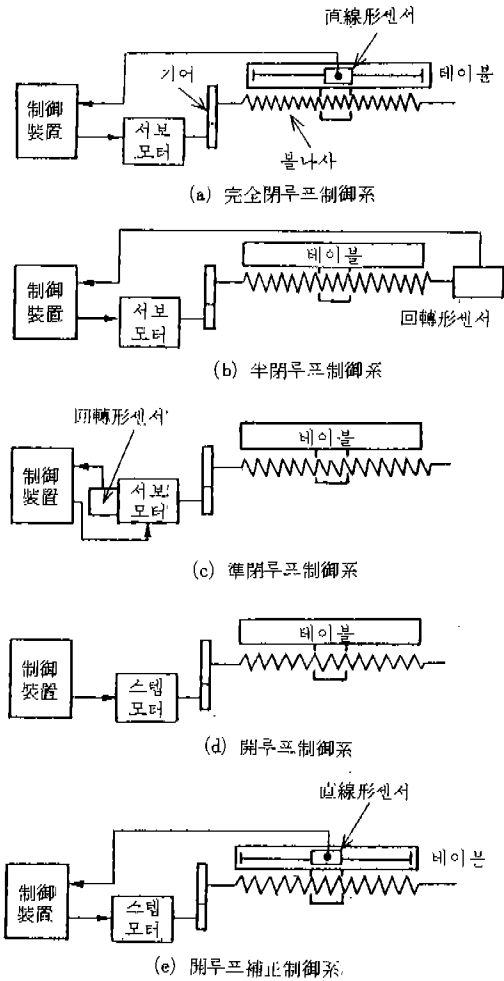
③ 모터特性이 安定되어 있고 正轉과 逆轉의 특성이 같을 것, 또한 入力信號가 제로인 때 制御 토크를 가지고 있고 만일 모더 자신에게 制御토크가 없는 경우에는 필요에 따라 마찰 브레이크 등을 附加할 것

④ 制御性이 좋은 것, 즉 入力信號와 發生토크의 比率(토크定數($\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{A}$))이 가급적 크고 또한 일성할 것

⑤ 信賴性이 높고 부작위치나 사용환경에 충분히 적용할 수 있을 것 또한 點檢이 곤란한 장소에 부작되는 수가 많으므로 가급적 보수가 필요치 않은 구조로 할 것

(3) 電動式 액츄에이터의 構成과 移送機構

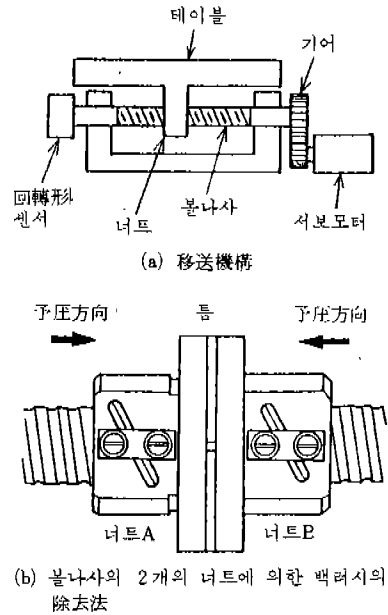
電動式 액츄에이터의 構成을 그림 2에 들었는데 서보모터의 종류에 따라 5종류로 분류된다. 그림 2에서 「서보모터」라고 되어 있는 것은 DC(브러시附) 서보모터 또는 브러시리스(直流用, 交流用 및



〈그림-2〉電動액츄에이터의 구성

交·直兩用)서보모터를 말한다. 또한 「스텝모터」는 스테핑모터(펄스모터라고도 한다)를 말한다.

서보모터에는 直線運動을 하는 리니어모터도 있는데 통상은 回轉運動을 하는 모터를 사용하므로 回轉運動을 直線運動으로 變換하는 이송기구와 함께 구성하는 것이 일반적이다. 그림 3에 移送機構를 들었는데 마찰저항이 작은 볼나사를 사용한다. 볼나사는 그림 3 (b)와 같이 너트를 2개(더블너트) 사용하여 너트를 각각 逆方向으로 죄어 틈을 주력 제로에 가깝게 함으로써 백러시(나사의 軸方向의 너트의 移動誤差)를 거의 제로로 할 수가 있다. 보통 이송나사로 이같은 것을 하면 마찰 때문에 움직이지 않게 되어 버린다.



〈그림-3〉볼나사使用의 移送機構

2. 스테핑모터의 種類와 선정방법

(1) 스테핑모터의 種類

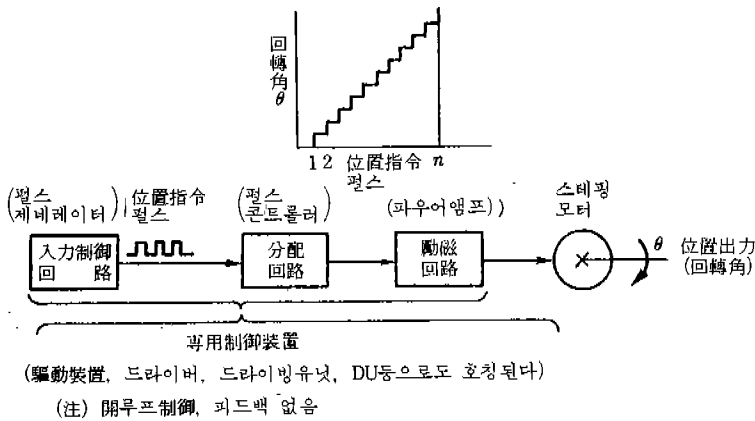
스테핑모터에 대해서는 詳細를 생략하고 스테핑모터와 專用制御裝置의 구성을 그림 4에 들었다. 펄스란 直流의 斷續波를 말하며 일반적으로 短形波를 사용한다.

스테핑모터는 펄스모터, 스텝모터 또는 스테퍼라고도 하는데 VR形(可變力磁石形), PM形(永久磁石形), HB-PM(하이브리드 PM形, 단지 HB形이라고도 한다) 레스폰신形(低價格化 곤란) 및 리니어스테핑모터의 5종류가 있다.

(2) 스테핑모터의 선정방법

스테핑모터는 그림 4와 같이 制御信號(位置指令 펄스)를 入力하여 일정한 角度씩 단계적(階動 또는 스테핑이라고도 한다)으로 回轉하여 位置決定을 할 수 있으며 專用制御裝置와 함께 구성하는 同期모터形式의 小出力(400W 정도 이하) 브러시리스 서보모터이다.

그림 2 (d)의 開루프制御回路에서도 펄스 信號에 의하여 상당히 高精度의 位置決定을 할 수 있으며 또한 컴퓨터와의 접속이 용이하다는 것도 스테핑모



(그림-4) 스텝모터와 專用 制御裝置의 構成

터의 역할을 多樣化하고 있다. 스텝모터의 用途 例는 90% 이상은 OA機器用으로 특히 퍼스널컴퓨터 (마이크로컴퓨터를 내장)를 周邊機器인 플로피디스크 驅動裝置 (FDD로 略記, 미니프로피디스크 및 마이크로 프로피디스크用을 포함), 프린터 (印字裝置), 및 플로터 (作圖裝置) 關係에 사용되는 스텝모터는 수요가 급증되고 있다.

3. 브러시리스 서보모터의 種類와 선정 방법

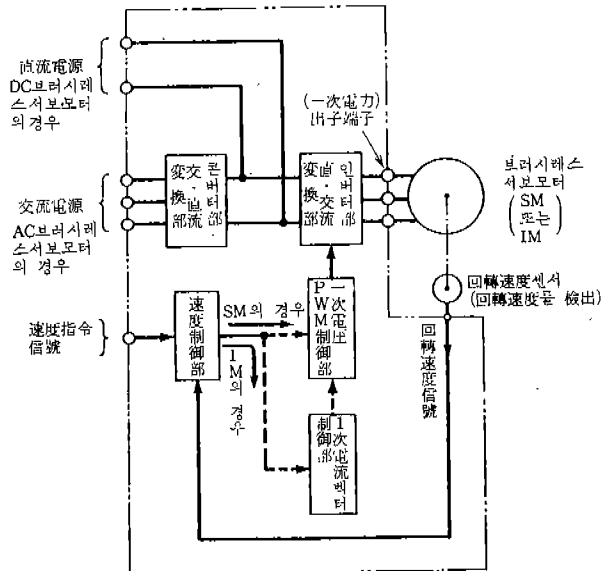
(1) 브러시리스 서보모터의 種類

在來形의 브러시附 DC서보모터는 브러시의 보수를 필요로 하며 또한 周邊에 있는 電子機器 (制御裝置를 포함)를 誤動作시킬 위험성이 있는 노이즈 (雜音電波, 브러시와 整流子間의 불꽃 (아크放電)이 發生源)에의 對策이 필요하다.

브러시리스 서보모터의 低價格化와 大形化에 따라 브러시附 서보모터는 서보모터로서의 主役의 자리를 브러시리스 서보모터에 양보하게 되었다.

브러시리스 서보모터의 種類로서는 同期서보모터와 誘導 (非同期)서보모터가 있으며 단지 브러시리스 서보모터 또는 AC서보모터라고 할 경우에는 원칙적으로 同期서보모터를 말한다.

그림 5에 브러시리스모터의 專用制御裝置의 内部構成을 들었는데 AC를 DC로 變換하는 콘버터를 내장하는 경우가 AC서보모터, 내장하지 않는 경우가 DC브러시리스 서보모터, 또는 그림 5와 같이 交流電源도 直流電源도 사용할 수 있는 경우가 交·直兩用 서보모터로서 誘導(IM) 서보모터의 경우에는



(注) (1) PWM이란 펄스幅變調回路를 말하며 인버터의 出力 電壓을 調整하기 위해 인버터用 半導體素子의 스위칭을 制御하는 回路를 말한다.
(2) SM이란 回轉界磁 (永久磁石) 形 同期모터를 말하며 IM이란 籠형유도 (3 相交流)모터를 말한다.

(그림-5) 브러시리스모터의 專用制御裝置의 内部構成

1 次電流벡터制御部가 별도로 필요하다.

(2) 브러시리스 (同期) 서보모터의 선정방법

前述한 바와 같이 브러시리스 서보모터라고 할 때에는 同期서보모터를 말하는데 그림 5와 같이 同期서보모터 (SM)으로 略記)는 永久磁石을 界磁極으로 하는 回轉界磁形 同期모터로서 專用 附屬裝置와 반드시 함께 구성하여 사용한다.

同期서보모터는 永久磁石을 界磁極으로 사용하기 때문에 技術面과 經濟面에서 製品化에 한계가 있으며 현상에서는 定格出力이 5KW 정도 이하의 機種이 대상이다. 표1에 든 것은 同期서보모터의 定格 및 사양이며 앞으로는 同期서보모터를 중심으로 하는 브러시레스 서보모터가 主流가 될 것이 確實視되고 있다.

브러시레스 서보모터는 廣範圍의 精密한 速度制御特性을 가지고 있으며 또한 브러시가 없으므로 거의 메인テナンス프리고 防水, 放爆形으로 하는 것이 비교적 용이하다. 따라서 종래의 電氣式 서보모터에서는 곤란했던 水中로보트, 塗裝로보트 등을 브러시레스 서보모터에 의하여 電動化하여 보수성도 경제성도 향상이 可能해졌다.

(3) 誘導(非同期) 서보모터의 선정방법

그림 5와 같이 3相 籠形 誘導모터와 벡터制御(電流位相制御)方式의 專用制御裝置를 함께 구성한 브러시레스 서보모터가 誘導서보모터로서 非同期서보모터 또는 非同期誘導서보모터라고도 한다. 籠形(브러시레스)의 誘導모터(단, 汎用모터가 아니고 前述한 서보모터에 요구되는 性能을 충족시키는

機動)이므로 大形化에 대한 技術的인 制約은 특별히 없으며 10,000KW를 초과하는 機種의 개발도 가능하다고 하겠다.

誘導모터의 벡터制御란 모터의 1次電流를 크기와 周波數 및 位相을 포함한 電流벡터로서 制御하는 것으로 일반적으로는 모터 定數에서 磁束成分 電流와 토크成分 電流에 따라 결정되는 「슬립周波數」를 구하고 回轉速度를 加算하여 周波數를 정하여 제어하는 「슬립周波數 벡터制御」가 실시된다. 모터의 回轉速度를 檢出하여 負荷에 따른 1次電流의 크기와 位相을 瞬時에 變化시킴으로써 2次磁束벡터의 位相變化를 방지하고 定常時 및 過渡時의 速度應答性을 높이고 安定된 速度制御를 가능하게 한다.

誘導서보모터의 특징은 다음과 같다.

① 屋外, 水中, 爆發性 氣中 등 가혹한 사용조건에의 適應도 비교적 용이한 브러시레스의 籠形 誘導모터를 사용하고, 있기 때문에 高速運轉, 高加速運轉에도 對應이 可能하다. 定期的인 보수, 점검이 곤란한 機械, 裝置 등의 내부에 설치할 경우에 유리하다.

② 制御應答이 빠르기 때문에 速度制御範圍를 1000 : 1 정도까지 매우 광범위하게 할 수 있으며 또

〈표-1〉 브러시레스(同期) 서보모터의 定格 및 사양例

項 目	BL 820		BL 825		BL 826	
用 途	超靜密서보용(工作機械의 피드用에 最適)		精密서보용(로보트用에 最適)		精密서보용(로보트用에 最適)	
서보모터의 出力容量	定格出力 [kW]	定格토크 [kg·cm]	定格出力 [W]	定格토크 [kg·cm]	定格出力 [W]	定格토크 [kg·cm]
	0.7~6.0	50~430	80~600	24~30	185~3,500	6~115
基本構成	円筒形브러시레스모터+브러시레스타코제네레이터		円筒形브러시레스모터+옵티컬엔코더		扁平形브러시레스모터+옵티컬엔코더	
	벽걸이形서보앰프, 電源內藏		토일레形서보앰프, 電源別置(Powerunits)		토일레形서보앰프, 電源別置	
옵션 部品	維持用브레이크, 브러시레스레졸버, 옵티컬엔코더, 電源變壓器(A/C200/220V이외), D/A컨버터, 디지털콘트롤러		維持用브레이크, Powerunit, 電源變壓器, D/A컨버터, 디지털콘트롤러, F/V컨버터		維持用브레이크, Power units 電源變壓器, D/A컨버터, 디지털콘트롤러, F/V컨버터	
特 徵	極低速回路時의 특성이 특히 우수하다		모터가 小形이고 가늘고 길다.		모터의 軸方向의 길이가 짧은 扁平形이다.	
用 途 例	工作機械의 피드用, 트랜스퍼머신, 搬送機, 高速 펀치프레스, 高速捲線機		로보트, 熔斷, 용접기, 作圖機, 印刷機		로보트, 熔斷, 作圖機, 印刷機	

한 定出力範圍도 10 : 1 정도까지 광범위에 걸쳐 할 수가 있다.

③ 인버터部를 正弦波 PWM(펄스幅變調) 制御함으로써 低速에서 高速까지 廣範圍에 걸쳐 토크리플이 적은 안정된 回轉을 얻을 수 있으므로 低騒音이다.

④ 複雜한 制御裝置는 마이크로컴퓨터 (마이크로 프로세서)나 카스텀 LSI 등 ME (마이크로엘렉트로닉스) 回路로 구성되어 있기 때문에 신속성이 높다.

⑤ 制御用 컴퓨터, 미니컴퓨터, 퍼스널컴퓨터 등의 결합이 용이하여 高出力, 高速, 高精度의 位置 決定이 가능하다.

〈표-2〉 誘導(非同期) 서보모터의 定格 및 사양

(a) 모터(本体)의 定格 및 사양

項目 \ 形式	NA10-100F	NA10-200F	NA10-400F	NA10-800F	NA10-1500F	NA10-2200F	NA10-3700F	NA10-5500F	NA10-7500F
定格出力 [W]	100	200	800	800	1,500	2,200	3,700	5,500	7,500
定格토크 [kg·cm]	4.9	9.8	19.6	39.2	73.5	107	181	275	375
定格回轉數 [rpm]	2,000 / 4,000								
定格電流 [A]	1.2	2.1	3.6	6.1	10.5	16.5	27	38	50
瞬時最大토크 [kg·cm]	24.5	49	98	196	367	54	906	1,375	1,875
로터 GD ² [kg·cm]	0.0016	0.0027	0.0053	0.011	0.022	0.035	0.035	0.053	0.067
피우어레이트 [kW/sec]	0.5	1.5	3.0	6.0	10.5	18.8	37.3	60.5	86.5
冷却方式	全閉強制空冷 AC 200V 單相 80W 冷却팬을 사용								
重量 [kg]	9	10	13	18	26	32	40	50	58

(b) 서보드라이버(專用制御裝置)의 사양

項目 \ 形式	NPSA-2.5A-10	NPSA-2.5A-20	NPSA-5A-10	NPSA-5A-20	NPSA-10A-10	NPSA-15A	NPSA-20A	NPSA-35A-10	NPSA-45A-10
制御用電源 主電源 主回路方式	AC 180~240V, 50/60Hz, 單相 100VA 集中給電方式(主電源分離形) DC 280V±10% 트랜지스터풀브리지 3相(正弦波PWM制御)								
連續出力電流 [A]	1.25	2.1	3.6	6.1	10.5	16.5	27	38	50
瞬時出力電流 [A]	1.7	3.3	5.9	10.5	19	28	42	67	82
速度制御範圍	1000 : 1								
位置檢出用 出力	1200PPR 또는 2000PPR의 90度 位相差信號, 마커信號 라인드라이버出力(5V), SN75115 相當								
適用서보모터	NA-10 100F	NA-10 200F	NA-10 400F	NA-10 800F	NA-10 1500F	NA-10 2200F	NA-10 3700F	NA-10 5500F	NA-10 7500F
周圍條件	溫度 0~50℃(유닛周圍) 濕度 0~85%이하 結露가 없을 것 設置場所 制御盤內(부식성가스, 研削液, 金屬粉, 油등 有害한 污穢가 아닐것)								

(99 페이지로 계속)

멕시코	10. 13(일) - 10. 15(화) (2박 3일)	• Comision Federal de Electricidad (CFE) (연방전기위원회)	
코스타리카	10. 14(월) - 10. 16(수)	• Instituto Costarricense de Electricidad (코스타리카 전력공사)	전력판매
파나마	10. 16(수) - 10. 18(금) (2박 3일)	• Instituto de Recursos Hidranlicos y Electrification (IRHE) (파나마 수자원전력공사)	전력판매
미국	• 로스엔젤레스 10. 18(금) - 10. 21(월) (3박 4일) • 호놀룰루 10. 21(월) - 10. 23(수) (2박 3일)	• Electric Power Research Institute (전력연구소)	전기판매연구
일본	• 동경 10. 24(목) - 10. 25(금) (1박 2일)		
6개국	20박 21일		8개처

※ 방문대상업체는 협의과정에서 변동될 수 있음.

(76 페이지에서 계속)

(4) 同期서보모터와 誘導서보모터의 比較

同期서보모터와 誘導서보모터를 비교하면 다음과 같다.

① 誘導서보모터가 그림 5와 같이 1次電流 벡터 制御部가 필요하기 때문에 專用制御裝置가 비교적 비싸게 된다.

② 모터(本体)는 同期서보모터가 高性能(高磁束密度)의 永久磁束을 界磁極으로 사용하므로 小形化할 수 있다. 그러나 誘導서보모터가 구조적으로 量産에 적합하며 永久磁石을 사용하지 않기 때문에 實用上으로는 大出力化에 限界가 없다고 하겠다.

瞬時的 大出力을 필요로 하거나 10m정도 이상의 긴 스트로크의 高速直線驅動을 필요로 하는 등의 特殊用途를 제외하고는 前述한 바와 같이 종래의 油壓式 및 空氣壓式 서보모터의 長點領域을 포함하여 同期서보모터 및 誘導서보모터를 함께 구성한 브러시리스 서보모터群에 의하여 小出力에서 大出力까

지의 신뢰성과 경제성이 우수한 高性能 액츄에이터의 구성이 可能해졌다.

(5) 誘導서보모터의 量産機種의 등장

誘導서보모터를 포함한 브러시리스 서보모터는 종래의 DC(브러시附) 서보모터보다 價格(專用制御裝置 포함)이 10~20% 높은 것이 普及에 지장을 주고 있다.

반도체비즈니스인 日機電裝과 明電舎는 誘導서보모터(本体) 및 서보드라이버(專用制御裝置)를 생산하는 合弁會社「액터스 파워드라이브(株)」를 設立했다(1984년 4월). 그 設立目的은 誘導서보모터를 DC(브러시附) 서보모터보다 價格(制御裝置 포함)을 20% 정도 저렴하게 하는 것을 목표로 하여 量産하는데 있다.

그리고 日機電裝 및 明電舎가 각각의 브랜드에서 擴張販賣를 시작했다. 표 2는 誘導서보모터의 定格 및 시방(日機電裝의 例)이다. *