

電子機器用 回轉型 小形電動機의 現況과 技術動向

李 允 鍾
(漢陽大 工大 教授)

■ 차 례 ■

- 1. 緒 言
- 2. 小形回轉型電動機의 概要
- 3. 記錄裝置用 電動機
- 4. 프린터用 電動機
- 5. 複寫機用 電動機
- 6. 팩시밀리用 電動機
- 7. 小形電動機의 技術動向
- 8. 結 言
- 參考文獻

① 緒 言

小形電動機는 VTR, 비디오 디스크 등의 가정용 電子機器를 비롯하여 컴퓨터 關聯機器의 디스크 구동장치, 複寫機를 포함한 事務自動化(OA) 機器分野에서 상당히 많이 사용되고 있다. 물론 産業用 로봇이나 각종 省力化機器 등의 工場自動化(FA) 分野에서도 매우 중요한 역할을 하고 있음은 두말할 것도 없다.

여기서는 電子機器用으로 사용되는 小形回轉型 電動機에 대하여 주로 用途別 應用面에 중점을 두고 사용례와 技術動向을 소개하기로 하였으며 電子機器用으로 주로 사용되는 스텝핑모우터와 브러시리스 DC모우터의 原理, 構造 등 상세한 基礎的 內容의 해설은 다른 解説者와의 重複을 피하여 省略하기로 하였다.

② 小形回轉型電動機의 概要

위에서와 같은 용도에 사용되는 小形電動機는 構造面에서 回轉型과 直線型으로 대별되며 회전형은 다시 同期機나 스텝핑모우터와 같은 회전

계자형과 直流機나 誘導機와 같은 회전전자자형으로 나눌 수 있다.

표 1은 중요한 회전형의 小形電動機를 原理, 構造面에서 분류한 것이다.

D.C모우터의 분류중에서 슬롯형과 슬롯리스형은 固定子인 永久磁石에서 생기는 磁界내에 回轉子인 電機子를 넣고 回轉子鐵心에 감긴 電機子卷線에 電流를 흘림으로써 토크를 얻는 구조의 것이며 코어리스형은 마이크로모우터와 달리 그림1과 같이 電機子卷線과 鐵心을 분리하고 鐵心은 固定子인 永久磁石에 固定하고 電機子卷

표 1. 小形電動機의 분류

D.C 모우터	슬롯형	마이크로 모우터로 呼稱
	슬롯리스형	
	코어리스형	円板狀프린트형과 円筒狀 可動코일형
	브러시리스형	
A.C 모우터	SM형	
	IM형	
스텝핑모우터	PM형	
	VR형	
	HB형	

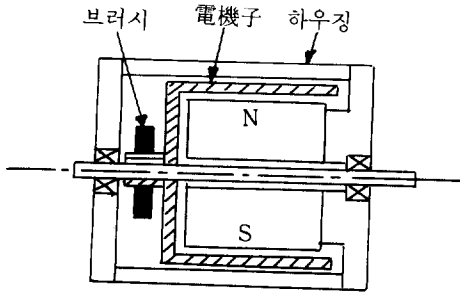


그림 1. 코어리스모우터

線만을 回轉子로 한 것이며 컵 모양의 可動코일형의 回轉子を 가진 것과 유리 또는 세라믹의 円板의 兩面에 電機子導體를 프린트한 回轉子を 가진 것의 두 가지가 있다.

應答面에서는 코어리스형 중에서 円筒狀可動코일형이 가장 우수하나 容量은 대체로 數 10[W] 이하이다. 円板狀프린트형은 應答性은 円筒狀可動코일형에 비하여 떨어지나 數 100[W] 까지 제작할 수 있다.

슬롯형, 슬롯리스형, 코어리스형 모두 브러쉬

가 있는 構造의 것이나 최근 機械的 브러시를 없애고 半導體制御로 整流作用을 시키는 브러시리스 D.C모우터에 큰 期待가 걸려 研究되고 開發되었으나 制御性, 經濟性 등 종합적으로 判斷하면 마이크로모우터의 評價도 생각이상으로 높다. 또한 A.C 써어보모우터(주로 SM형)에 있어서도 브러시리스의 필요성이 절실하다.

특히 自動車工業과 같이 많은 로봇이나 써어보모우터를 사용하는 製造라인에 있어서는 고장에 의한 라인의 停止는 致命傷이 되며 이외에 原子力관계나 特殊環境에서의 사용에는 長期間의 無保守상태가 요구되기 때문이다.

스텝핑모우터는 PM형(permanent magnet형), VR형(variable reluctance형), HB형(hybrid형)의 3종류가 있다는 것은 표 1에서 소개하였다.

PM형은 回轉子是 永久磁石, 固定子是 프레스成型 板金 구조이고 VR형은 電磁鋼板으로 만든 齒車모양의 回轉子和 固定子사이에서 발생하는 電磁力로 회전하는 전동기이다. HB 형은 回轉子の 外徑 및 固定子の 內徑에 많은齒를 만

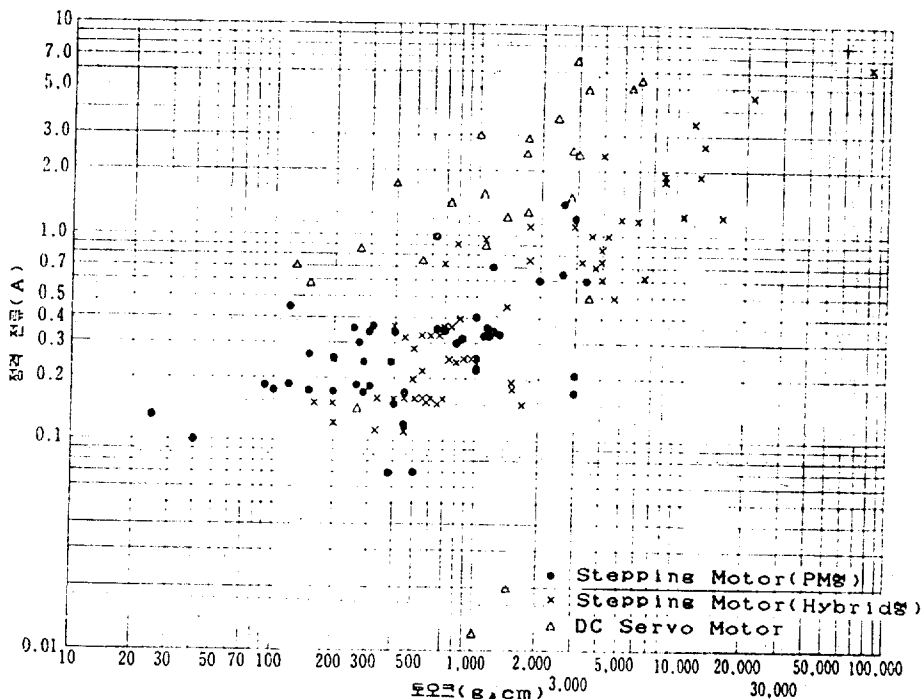


그림 2. OA용 Motor의 전류치

들고 回轉子에 永久磁石을 具備한 것이며 PM 형과 VR형의 複合型이다.

스텝핑모우터가 同期모우터와 다른 점은 正回轉, 逆回轉을 되풀이하며 그러면서도 速度를 변화시킬 수 있는 一種의 써어보모우터라는 點이다. 그리고 2相 IM 써어보모우터와 다른 點은 位置檢出을 위한 閉루우프가 필요치 않고 開루우프制御로 位置가 결정된다는 點이다.

이상과 같이 많은 種類의 制御用 小形 電動機가 있으나 최근에 와서는 OA機器用과 電算機本體 및 周邊機器用으로 브러시레스 DC 모우터, 코어레스의 円板狀프린트형 位置決定制御用의 스텝핑모우터 등이 많이 사용되고 있다.

여기서 電子機器用의 大宗을 이루고 있는 DC 모우터와 스텝핑모우터의 토오크 對 電流, 토오크 對 回轉數의 大體的인 特性을 비교하면 그림 2.3과 같다.

그림 2에서 D.C모우터의 경우는 定格 토오크 對 定格電流, 스텝핑모우터의 경우는 靜止最大 토오크 對 1相當電流를 표시한다.

그림 2에서 알 수 있는 바와 같이 DC 모우터의 경우에는 高速, 高토오크의 仕様때문에 대체로 스텝핑모우터에 비하여 電流值가 크다.

그림 3에서는 스텝핑모우터가 低速用, DC 모우터가 高速用임을 알 수 있다.

최근에 와서는 OA機器의 스피들驅動에 있어서는 電動機와 負荷를 直結方式으로 구동하는 DD(Direct Drive)方式이 많이 採用되고 있으며 將次 더 많은 분야에서 DD化가 이루어질 것으로 전망된다.

直流DD모우터는 코어레스모우터로 옮겨가는 傾向이며 信賴度, 機械的騷音, 壽命의 観点에서 우수한 브러시레스모우터로 가는 추세이다.

3 記錄裝置用 電動機

記錄裝置를 大別하면 디스크記錄과 테이프記錄으로 되나 최근의 動向으로는 崔급이 간단하며 記錄時間이 짧은 디스크記錄이 伸長되고 있다. 이것에 대하여 테이프記錄도 VTR에서와 같이 機械的의 스캐닝方式으로 高密度記錄에 의한 테이프 되감기가 考案되고 있다. 예를 들면 DAT(Digital Audio Tape) 등이 類似한 方式이다.

이들에는 어느 것이나 記錄容量의 增大, 記錄時間의 短縮 및 價格의 低廉化를 목적으로 高速

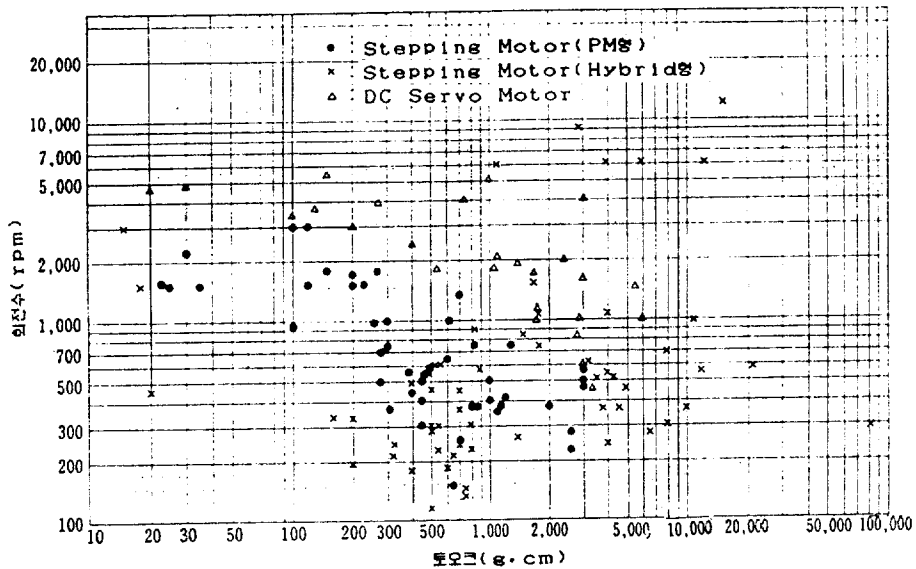


그림 3. OA용 Motor의 회전수

스핀들모우터가 開發되고 있다.

—例로 가정용 VHS方式 VTR의 경우 각 부분에 사용된 電動機는 브러시레스 DC모우터 또는 브러시付着D.C모우터이며 브러시레스 DC모우터는 구동方式으로 DD方式을 採用하고 있는 것이 많다.

플로피 디스크 구동장치(FDD)나 하아드 디스크 구동장치(HDD)등의 磁氣記憶裝置는 스텝핑모우터나 브러시레스 DC 모우터의 應用機器로서 매우 중요한 분야이다. 특히 FDD의 경우는 1980年 頃부터 製品의 開發, 普及이 활발하게 이루어졌으며 發展速度도 대단히 빠르다.

그렇기 때문에 장치의 小型化가 進展되어 이에 사용되는 小形電動機에도 많은 變革을 가지고 왔다.

표 2에 FDD의 치수와 이에 사용된 스텝핑모우터와 브러시레스DC모우터의 치수, 體積比, 重量의 一例를 표시하였다.

이 표에서 알 수 있는 바와 같이 스텝핑모우터의 體積은 5.25[in], 3.5[in]用이 8[in] 用에 비하여 각각 1/2.4, 1/9로 감소하였다.

이와 마찬가지로 스핀들모우터로 사용된 브러시레스DC모우터의 경우 體積比는 1/1.6, 1/3.6이 되어있다.

이와 같이 FDD用모우터의 小形化에는 매우 많은 技術的進展이 있었기 때문에 비로소 可能

하고 사용材料, 設計, 加工方法의 改善 등이 요구된다.

④ 프린터용 電動機

OA機器中에서 비교적 小形精密電動機의 사용량이 많은 것이 각종 프린터이다. 예를 들면 씨리얼 닷프린터(serial dot printer)에는 보통 2~3개의 小形電動機가 사용되고 있다.

물론 小形電動機로서는 스텝핑모우터가 主體이며 프린터의 경우에는 디지털位置決定技能이 요구되므로 高分解性能을 가진 HB형 스텝핑모우터가 주로 쓰인다.

이 외에 PM형 스텝핑모우터와 減速裝置를 組合한 것도 있다.

그러나 휴대용 타이프라이터에서는 低消費電力을 목적으로 DC모우터를 쓰고있는 것도 있다.

制御의 基本方式에 대하여는 HB형 스텝핑모우터의 高性能化에 따라 閉루우프制御에 의한 PM형에서 開루우프制御에 의한 HB형으로 변화하고 있는 實情이다.

그러나 프린터의 高速化, 高機能化가 進展되어 4相形의 스텝핑모우터의 사용은 限界에 도달하였으므로 DC모우터도 서서히 사용하기 시작하고 있다. 물론 DC모우터의 價格이 低廉해지고 있는 點과 必需品인 엔코우더에 光IC形 등

표 2. FDD와 스텝핑모우터, 브러시레스 DC모우터의 치수(一例)

區 分	項 目	單 位	8[in]FDD	5.25[in]FDD	3.5[in]FDD
F D D	치 수	[mm]	220×117×362	149×86×196	95×45×150
	體 積	[cm ³]	9320	2510	650
	體 積 比	-	1	1/3.7	1/14
스텝핑모우터	치 수	[mm]	58φ×57	42sq×34	46φ×10
	體 積	[cm ³]	151	63	16.6
	體 積 比	-	1	1/2.4	1/9
	重 量	[g]	650	270	75
D C 모우터	치 수	[mm]	100φ×15	90φ×12	65φ×10
	體 積	[cm ³]	118	76	33
	體 積 比	-	1	1/1.6	1/3.6
	重 量	[g]	700	370	150

을 사용함으로써 低廉化, 高性能化가 되어가고 있는 것에도 原因이 있을 것이다.

5 複寫機用 電動機

복사기용 구동전동기의 現況을 살펴보면 종래에는 容量이 큰 電動機를 써서 벨트 등으로 각 부의 機構를 구동하였다. 이 方式을 集中驅動方式이라고 呼稱하였으나 騒音, 振動, 信賴性, 經濟性, 등의 문제가 있어 최근의 傾向으로는 많은 制御用電動機를, 필요로 하는 각 구동부분에 각각 붙이는 個別驅動方式으로 바꾸고 있으며 평균 5~8대의 小形制御用電動機가 사용되고 있다.

6 팩시밀리용 電動機

팩시밀리도 OA의 進展에 따라 꾸준히 伸長되고 있다.

이것의 최근의 傾向으로는 小形, 低價格機가 主流가 되고 있으나 그 反面 機能面에서는 보다 高機能化, 多機能化의 요구가 강하다.

팩시밀리의 基本機能으로서 送信機能과 受信機能에 있는 데 送信機能은 보내는 原稿를 光學的 信號로 바꾸어 2值 디지털 畫信號化한 다음, 符號化, 變調하여 回線에 畫데이터를 送出하는 機能이며 受信機能은 回線에서 보내진 畫데이터를 復調, 復號化하여 2值 디지털 畫信號로서 記錄紙에 印字하여 受信畫像으로 出力하는 機能이다.

팩시밀리에서 小形電動機의 應用例를 RIFAX 310씨리이즈에 대하여 소개한다.

다음 표 3은 RIFAX 310에서의 사용 電動機의 概要이다.

표 3과 같이 이들의 驅動源으로는

(1) 팩시밀리는 繼續送出이 필요하고 또 容易하여야 한다.

(2) 電動機의 回轉, 停止, 反轉의 制御가 마 이끔을 써서 쉽게 이루어져야 할 것이다.

(3) 制御, 驅動回路를 포함하여 小形, 低廉하여야 한다.

이상 이유에서 스텝핑모우터를 주로 사용하고 있다.

7 小形電動機의 技術動向

小形電動機는 사용기기의 進步改善과 함께 表裏一體가 되어 진전하고 있다.

따라서 사용기기에 대한 改善요구가 그대로 小形電動機 쪽의 요구가 될 수 밖에 없다.

현재로서 小形電動機에 대한 要求事項을 들면

(1) 보다 小形化

(2) 價格의 低廉化

(3) 高密度化

의 세가지로 大別할 수 있다.

이상 요구를 充足시키기 위하여 小形電動機 分野에서는 많은 改善이 이루어졌고 계속 이루어져야 할 것이다.

이들을 列擧하면 다음과 같다.

(1) 高性能永久磁石의 採用

(2) 高性能磁氣回路材料의 開發

(3) 電動機의 效率向上을 위한 磁氣回路의 開發

(4) 小形化를 위한 卷線技術의 向上

표 3. RIFAX 310에 사용된 電動機의 概要

機能別	사용전동기	作用	전동기의 성능
送信走査	스텝핑모우터	原稿送出	HB형 스텝角 1.8° 角度精度 ± 5分 靜止토크 2.5(kg·cm)
受信走査	스텝핑모우터	記錄紙	위와 같음
카터驅動	소형DC 모우터	記錄紙切斷	定格負荷: 30(g·cm) 定格回轉數: 5250(rpm)

(5) 制御回路用 専用 하이브리드 IC의 開發

(6) 하이브리드 IC化와 回路의 小形化, 實裝密度的 向上

(7) 鐵基板을 사용한 電動機磁氣回路와 制御回路基板的 共有化, 放熱效果的 向上

(8) 電動機와 制御回路의 一體化(負荷, 制御信號와의 인터페이스, 이 兩者를 具備한 電動機와 制御回路가 一體가 되어 사용하기에 편리한 機電一體의 電動機) 등 많은 改善事項을 들 수 있다.

여기서는 主로 電動機 만에 관계되는 앞의 (1)~(4)項에 대한 技術的對策의 한 方法을 다음에 소개한다.

(1) 종래부터 高出力 스텝핑모우터의 回轉子에는 알니코(Alnico)磁石이 사용되어 왔으나 에너지積(B·H)_{max}이 15~20(MOe) 정도의 希土類磁石을 씌으로써 高에너지積 磁石의 授用이 가능하게 되어 永久磁石이 大幅的으로 小形化되었다.

(2) FDD에 사용하는 스텝핑모우터에는 回轉子에 磁石을 씌고 있으나 이로부터의 누설자속이 플로피 디스크에 좋지 않은 영향을 미친다. 이러한 理由에서 構造用 브래킷을 鐵系材料로 만들어 누설자속을 적게 할 필요가 있다. 이렇게 하려면 브래킷을 鐵系材料를 써서 鍛造法으로 成型하던가 鐵系燒結冶金을 사용하는 方法으로 한다. 이와 같이 鐵系材料를 써서 構造物의 剛性を 증가시켜 결과적으로 얇은 두께의 部品으로 만든다.

(3) 卷線方法과 슬롯絶緣方法을 개선하여 코일의 銅占有率을 向上시켜 코일端部の 높이를 줄인다.

(4) 電動機의 磁氣回路는 珪素鋼板 등의 鐵心을 프레스, 積層하여 만든다. 종래에는 리벳을 써서 鐵心을 積層하였으나 鐵心의 一部를 平面方向으로 突出시켜 壓入하는 새로운 積層方法을 개발하여 리벳積層方法을 쓰지 않으므로 鐵心의 실제 치수가 짧아지고 리벳구멍도 없으며 鐵心損失도 감소시킬 수 있다.

(5) 回轉子의 磁氣回路에 高透磁率의 磁性材料를 써서 材料의 사용량을 줄일 수 있다.

이상과 같이 構成材料를 効率的으로 사용하는

技術의 開發, 精密加工品の 採用, 積層과 卷線方法의 改善 등 이들의 技術을 종합함으로써 電動機의 小型化가 이루어지고 동시에 價格의 低廉化, 高密度化도 達成할 수 있을 것이다.

8 結 言

OA機器를 살펴보면 종래 이 機器들의 制御의 主體가 機械的으로 되어 있던 것이 근래 經濟的인 면에서 小形精密한 制御用電動機의 出現으로 말미암아 電氣式制御가 가능하여졌다.

複寫機의 경우와 같이 集中驅動方式에서 個別驅動方式으로 移行하듯이 많은 電子機器에서 電氣制御의 方向으로 急速히 轉換하고 있다.

그러므로 절대로 필요한 要素가 小形精密制御用電動機이며 다른 또 하나의 중요한 要素가 制御用 半導體素子라 할 수 있다.

위에서와 같이 小形制御用電動機는 社會의 情報化, 事務의 自動化가 進展됨에 따라 그의 需要가 急増할 것으로 예상된다.

따라서, 이 分野의 專門家들은 國內製作은 물론, 研究開發, 應用分野를 擴大하는 데 많은 努力을 傾注하여야 할 것이다.

參 考 文 獻

- 1) 見城, 最近の 小形モータの 動向, 自動化技術 第16卷第12號, 1984. pp. 26~36.
- 2) 柏本, “ステッピングモータと プリンタ”, 電氣計算 1985年 4月號 pp. 38~44.
- 3) Kuo, “Theory and Application of Step Motors”, West Publishing Co,
- 4) 山田, “精密小形モータ의 基礎と 應用”, 綜合電子出版社.
- 5) 見城, “電子機器用精密小形モータ”, 1981年6月, 綜合電子出版社.
- 6) 大崎, “制御用モータと アプリケーション”, 省力と 自動化 1985年 1月~12月.
- 7) 山口, “ブラシレスサーボモータ의 特長と 應用”, 小形モータ技術シンポジウム, 1983年2月.
- 8) Conference on Small Electric Machines, IEE Conference Publication No. 136, 1976.
- 9) “エレクトロニクス”, 1984年 12月, オーム社.

- 10) メカトロニクス編集部編, “最先端の制御用モータ”, 第2編 1984年2月
- 11) Russell, S. W and Fyfe, R. L., “Brushless DC Motor with Variable Speed and Synchronous Control.,” IEE Conf. publ. 179, pp.78~83.
- 12) Bartlett, P. M., “The Development of Design Specifications for Brushless DC Servomotors”, Proceedings of Drives/motors/Controls Conf. 1984, pp.92~101.
- 13) H. R. Bolton and N. M. Mallinson, “Investigation into a Class of Brushless DC Motor with Quasisquare Voltages and Currents”, IEE Proceedings, vol. 133, pt. B. No. 2, March 1986.
- 14) H. R. Bolton and R. A. Ashen, “Influence of Motor Design and Feed-current Waveform on Torque Ripple in Brushless DC Drives”, IEE Proceeding vol. 131. pt. B. No. 3, May 1984.
- 15) B. C. Kuo and R. A. Yachel, “Control Aspects of Step Motors, International Motion Control Systems and Drives II Symposium, B1~B23, 1973.