

小形電動機의 국산화 개발

임 태 빈

(한국씨보 기술연구소 기술개발과장)

1. 머리말

小形電動機産業은 '80年代의 各種 메카트로닉스의 開發, 民生 産業 家庭用 電子機器産業의 發展과 깊은 關係가 있다.

生活의 質이 向上되고, 産業이 高度精密化, 多機能化, 自動化, 小形輕量薄形化, 高級化되어감에 따라 各種 메카니즘에서 小形電動機 특히 小形精密電動機의 需要는 급격히 增加하기 시작했다.

특히 80年代에 開發된 家庭用 電子機器(VTR, CD PLAYER, VIDEO-DISK, HEADPHONE-STEREO, 小形TAPE RECORDER, VIDEO CAMERA, 全自動 CAMERA 등) 및 事務自動化(複寫器, FAX, 電動타자기 등)의 普及擴大, 컴퓨터의 大衆化로 인한 주변機器(FDD, HDD, PRINTER, X-Y PLOTTER 등)의 需要增加, 工場自動化를 위한 自動化機器, 로봇, 工作機器의 開發, 自動車의 高級化로 인한 各種制御裝置의 開發등으로 인해 80年代에 들어서면서 小形精密電動機의 수요는 急速度로 增加하기 시작했으나 이들 機器의 대부분은 外國과 技術導入 또는 技術提携의 형태로 國內에 導入 生産하므로써 開發初期부터 適用되는 電動機는 技術提供先이 사용하던 電動機를 그대로 使用하게되어 需要의 全量을 日本등으로부터 輸入해왔다.

그러나 80年代初만 하더라도 國內의 小形電動機産業은 AUDIO用 DC 마이크로 모터, 선풍기, 냉장고용 AC 모터 정도여서 상대적으로 취약한 國內 小形

電動機産業 활성화의 必要性은 學界, 企業, 政府등에서도 認識을 같이 해 '82년 中小小形電動機業體에 의해 韓國小形모터研究組合을 設立해 國策研究課題로 STEPPING모터, CORELESS모터의 開發을 產學協同 형식으로 시작한 것이 國內 小形電動機産業의 始初라 하겠으나, 小形電動機産業이 本格화된 것은 '80年代중반부터 家庭用 電子機器, 컴퓨터 및 주변機器 등의 普及擴大 및 輸出增加로 인해 이들 機器에 사용되는 小形電動機의 需要增加 및 '80年代 중반의 恩化강제, 貿易逆租 改善을 위한 政府의 國產化政策, 小形電動機의 産業化의 重要性의 인식등에 힘입어 大企業들이 自體에서 生産하는 各種機器用 小形電動機를 國產化開發에 착수함으로써 시작되었다고 할 수 있다. 따라서 이와 같은 狀況에서 '85年 開發된 1/2 INCH VTR用 CAPSTAN 모터와 '86年 HEAD DRUM 모터의 開發 量産은 國內 小形電動機産業의 촉진제가 되었다. 本稿에서는 上記 모터의 開發 過程에서 경험했던 것을 기초로 現在의 國內小形電動機産業의 現況, 問題點, 展望등에 대해 記述하고자 한다.

2. 1/2 INCH VTR用 小形電動機의 開發 및 效果

'80年初에 開發된 VTR은 '80年代의 家電機器産業을 주도해 온 機器이나, 初期 VTR 設計 및 生産技術은 日本으로부터 技術提携의 형식으로 導入되었으며, VTR에 사용되는 小形電動機는 設計段階부터

技術提携先이 사용하던 것을 그대로 사용함에 따라 全量을 日本으로부터 輸入하여 왔다. 그러나 '86年중반의 엔화강세로 인한 輸入價格上昇, 貿易摩擦로 인한 VTR가격하락 壓力등으로 인해 技能, 價格面에서 核心 部品인 CAPSTAN모터, CYLINDER모터의 國産化의 必要性이 증대됨에 따라 開發을 시작하였다.

즉 VTR은 機器는 特性上 사람의 視聽覺을 만족시켜주는 機器로서 各種 精密部품을 사용하지 않으면 안되나 그 중에서도 TAPE를 MODE에 따라 一定速度(低速: 11.12mm/sec, 보통: 33.35mm/sec)로 주행시켜 주는 CAPSTAN모터와 HEAD DRUM(이하 CYLINDER라 함)을 一定速度(NTSC 方式: 1800rpm, PAL 方式: 1500rpm)로 구동시켜 주는 CYLINDER모터는 畫面과 音聲에 직접 영향을 주는 VTR核心 部品이다. 특히 VTR은 종전에는 BELT로 CAPSTAN WHEEL을 驅動시켜주는 間接 驅動方式을 사용했으나 점차 高級化, 多技能化, 小形輕量薄形化 됨에 따라 최근에는 CAPSTAN모터가 直接 TAPE를 주행시켜주는 直接 驅動方式을 채택하므로써 이는 VTR의 性能이 CAPSTAN모터, CYLINDER모터의 性能에 의해 決定되게 되므로 이들 電動機는 高度의 回轉速度 精密度를 갖도록 設計 製作되어야 한다. 따라서 이들 電動機의 設計는 極少의 速度 變動率을 갖도록 低토크 RIPPLE, 低코깅력, 低騒音 特性의 電動機로 設計 해야되며, 이를 위해 CAPSTAN모터의 경우는 AXIAL GAP TYPE의 BRUSHLESS DC 모터로써 COIL 형상과 MAGNET 特性에 따른 最適設計, CYLINDER모터의 경우는 RADIAL GAP TYPE BRUSHLESS DC 모터로써 CORE 構造設計, CORE構造에 따른 토크 特性解析을 有限要素法을 도입 最適化設計함으로써 向後 基本原理, 構造, 性能面에서 유사한 特性을 갖는 FDD用, HDD用 SPINDLE모터 등의 開發에 이용할 수 있는 基礎를 마련하였으나, 設計보다 더욱 어려움을 겪었던 것은 電動機의 回轉速度를 감지하는 FG(FREQUENCY GENERATOR)裝置의 開發등의 部品開發이었다.

CAPAN모터의 경우에는 電動機의 速度를 一定하게 制御해주기 위한 速度센서로서 종전에는 톱니 구조의 RELUCTANCE 變化에 의해 信號를 發生시키는 FG(FREQUENCY GENERATOR)裝置를 사

용했으나 이는 構造가 복잡해 점차 슬립화되어 가는 VTR추세에 적합하지 않아 MAGNET ENCODER 方式의 概念을 도입 ROTOR CASE 外周에 PLASTIC MAGNET를 射出 成形시켜 그 表面에 0.45mm PITCH의 微小자극을 480極으로 超多極着磁시켜 모터의 回轉數를 檢出해내는 方式으로 開發하고자 하였으나, 이를 위해서는 FERRITE MAGNET 粒子 密度가 均一하게 分布되도록 射出成形하는 精密射出 金型技術, 射出技術 및 微小磁極의 多極着磁技術 등이 필요하였다.

그러나 PLASTIC MAGNET 관련기술 및 微小磁極의 多極着磁技術은 CAPSTAN 모터의 核心技術로써 日本에서도 自社의 技術保護를 위해 自體의 KNOWHOW로써 極秘로 保安을 하는 技術로써 日本內에서도 모터業體 이외에는 이들 技術을 갖고 있는 곳이 없는 상태였고, 國內의 PLASTIC MAGNET 分野는 TV CENTEING MAGNET用으로 2極~8極 정도의 着磁가 가능한 PLASTIC MAGNET를 生産하고 있었던 상태로 外徑 ϕ 60mm 정도의 원주에 0.45mm, 0.12mmpitch의 微小磁極을 480極, 1440極으로 超多極着磁 시키기 위한 精密成形射出技術 및 着磁技術과는 상당한 격차가 있었으나 6個月 여의 노력끝에 PLASTIC MAGNET의 精密成形技術開發 및 微小磁極의 多極着磁技術을 독자적으로 開發하는 성과를 거두었으며, 이때 確立된 技術은 國內 PLASTIC MAGNET 産業에 기반이 되어 PLASTIC 應用機器의 開發 및 사용이 확대되었으며, 最近에는 PLASTIC MAGNET 관련 技術을 中共에 輸出하는 등의 波及效果를 가져왔다.

이와 같이 CAPSTAN모터와 CYLINDER모터의 開發이 國內 관련 産業에 준 영향은

첫째: COIL형상, 코어 構造, 磁氣回路의 最適設計 시스템化, 有限要素法에 의한 코깅토크 最小化, 토크 RIPPLE 最小化 등의 토크 特性解析, 驅動回路設計등 BRUSHLESS DC 모터의 設計理論 및 技術을 體系의으로 確立 電動機의 國産化에 의한 輸入代替效果 뿐만 아니라 電動機의 開發期間을 단축시킴으로써 LIFE CYCLE이 짧은 小形電動機應用 機器의 開發期間이 단축되어 國際競爭力을 높이는 등 小形電動機 및 주변機器의 技術競爭力을 強化 시켰다.

둘째: 開發初期부터 PCB, BEARING HOUSING,

SHAFT, 磁氣融着 COIL, 永久磁石등을 主要部品の 國産化 開發을 동시에 進行시켜 開發하여 部品 國産化率을 높이므로써 輸入代替效果 및 關聯部品産業의 技術向上을 도모하였다.

셋째: VTR用 모터의 開發에 이어 量産技術을 독자적으로 開發해 國內 VTR에 適用하자 그동안 國內需要의 全部를 供給하던 日本의 小形電動機業體들이 自社の 韓國內 시장확보를 위해 合作, 技術提携 또는 直接投資의 形態로 國內에 진출하여 國內에서 競爭하는 등 VTR 用 電動機의 開發로 인한 國內 小形電動機産業이 크게 促進되었다.

3. 問題點 및 展望

그러나 이와 같이 VTR用 小形電動機 開發, 量産을 시작으로 활성화된 國內의 小形電動機産業은 根本的인 産業基盤의 취약성 때문에 시작 단계에서부터 小形電動機의 設計開發人力부족, 部品素材産業의 낙후, 大量生産技術 부족, 막대한 資金소요, 賃金引上, 原資材費 上昇등의 問題로 신속한 開發力, 工程 自動化에 의한 大量生産技術등을 바탕으로 國內에 進出한 外國企業과 競爭하기에는 아직도 많은 問題를 갖고 있어 이를 整理해 보면 다음과 같다.

첫째: 小形電動機는 그 特性上 應用機器의 開發보다 앞서거나 또는 동시에 開發되지 않으면 않되나 最近에 開發된 VTR, FDD, HDD, CD, FAX, PRINTER 등은 設計때부터 대부분 外國製品을 그대로 적용한 단계로서 이들 機器에 적용되는 모터의 대부분이 初期 設計 檢討때 사용했던 外國의 電動機를 그대로 도입해서 設計生産하는 경우가 많아 初期 段階에서부터 國內 小形電動機의 開發 기회가 없지는 問題가 있다.

둘째: 最近 小形電動機는 應用機器들이 高級化, 高精密化, 多技能化, 小形徑量薄形化, 低電力化됨에 따라 이들 應用機器의 요구에 맞추기 위해 急速度로 發展해 構造面에서는 FG內裝 편편형 모터化, 性能面에서는 低토크RIPPLE, 低코깅토크, 低騒音, 直接驅動化하고 있고, 素材面에서는 高性能 永久磁石(알리코, 희토류, PLASTIC 자석), METAL BASED PCB, SHEET COIL, 高性能 磁氣 SENSOR (MR SENSOR, HALL SENSOR), 다양한 驅動IC를 개발해 더욱 小形輕量薄形化 되어가고 있으나 아직

도 國內에는 最近에 開發되고 있는 應用機器用 小形 電動機를 設計할 수 있는 技術人力이 극히 부족한 상태에서 많은 경험과 축적된 技術力이 있는 外國의 企業과 경쟁하기에는 역부족으로 國內 小形電動機産業이 發展하려면 企業뿐만 아니라 學界에서도 設計 技術人力의 養成이 시급하다 하겠다.

셋째: 最近에는 制御技術의 發達로 DIRECT DRIVE化하는 傾向이 있어 電動機의 性能이 곧 製品의 性能을 나타냄으로 電動機에 使用되는 部品도 數미크론 以下の 精密度로 生産管理가 되어야 하나 國內 小形電動機業體 및 部品業體에서 各種部품을 數미크론 以內로 관리하면서 造立 量産하기에는 技術力이 미치지 못하는 경우가 많아 部品業體의 精密 部品加工技術力의 向上이 절실하다 하겠다. 특히 VTR用 CAPSTAN모터의 SHAFT, BEARING HOUSING의 無加工 DICASTING, 異方性 PLASTIC MAGNET의 射出成形, FDD用 SPINDLE MOTOR의 HUB 加工, STEPING MOTOR의 金型 등은 아직도 國內에서 精密度유지 및 大量生産에 어려움을 겪고 있는 分野이며, 基本素材에서도 코어용 규소강판의 경우 두께가 불균일하여 적층시 코어의 적층치수가 코어마다 다르게되는 등의 문제가 있어 微小角의 스테핑모터 등 치수가 중요한 電動機에는 量産時 사용하기에 어려움이 있는 등 部品産業의 技術力向上이 重要하다 하겠다.

넷째: 小形電動機는 사용용도, 대상機種에 따라 수없이 많은 종류가 있어, 機種에 따라 需要의 變化가 극심하므로 이에 대한 적응력이 필요한 산업이다. 즉 家庭用 電子機器, 컴퓨터 分野, 자동차産業등에 사용되는 電動機는 國內需要만도 月 數拾萬台이상 소요되는 大量生産品目이나, 工場自動化 로봇, 工作機器 등 産業用に 사용되는 産業用 電動機는 萬 數千台 정도의 少量 多品種品目으로써 工程管理, 製品管理, 資材管理, 生産管理 등에 있어서 아직 초보 단계에 있고 各種生産설비는 大量生産을 위해 專用化됨에 따라 生産 初期부터 막대한 設備資金의 投資가 필요하나 상대적으로 資金能力이 취약한 國內 小形電動機業界로써는 보다 많은 政府의 지원이 필요하다.

이와 같이 國內 小形電動機産業은 發展 初期부터 많은 문제를 갖고 출발하고 있으나 계속적인 技術開發 및 投資증대로 인해 FDD, HDD用 SPINDLE

MOTOR를 美國, 日本등에 逆으로 輸出하고 있으며, 일부에서는 최근에는 STEPING 모터, GEARD 모터를 開發 國內 供給하는 등 發展速度가 加速化 되고 있으며, 家庭用 電子機器産業, COMPUTER 關聯産業의 지속적인 成長과 工場自動化, 産業設備

自動化 등의 추세에 따라 小形電動機의 需要는 계속 增加하고 있어 技術人力 養成, 部品國產化, 生産技術 開發, 投資增大 등 學界, 産業體, 政府의 유기적인 協力關係를 이룬다면 小形電動機産業의 展望은 매우 밝다고 할 수 있다.