

VCM 기술동향

김 용 수

(삼성종합기술원 주임연구원)

1. 서 론

서보모터는 FA, OA 분야의 각종 자동화기기의 액츄에이터로서 필수불가결한 부품이다. 그중 VCM은 중력가속도의 10배에 달하는 뛰어난 가속능력과 1/10000 Inch 정도의 높은 위치제어 능력을 갖고 있으며 회전운동을 직선운동으로 변환시켜주는 변환기구의 사용이 불필요한 장점때문에 직선운동이 필요한 모든장치에 광범위하게 사용되고 있다.

일찌기 컴퓨터 산업을 육성해온 일본은 소형모터의 왕국이라는 이름에 어울릴 정도로 과거 20여년 동안 VCM시장을 독점하여 왔으며 VCM 설계기술이나 VCM에 필요한 재료의 개발에 대한 노력을 꾸준히 경주하여 왔다. 이에 반하여 국내의 VCM 관련 기술개발은 거의 전무한 실정으로 새로운 디스크 장치의 개발이나 위치결정 기구의 고급화로 VCM 시장이 날로 확대되어 가는 추세에 비추어 볼때 실로 안타까운 일이라 아니할 수 없다.

따라서 본문에서는 디스크장치를 중심으로 VCM과 관련된 일본의 제조업체 동향과 현재 출원중인 특허동향과 기술수준을 고찰함으로써 VCM 사업에 대한 인식을 새롭게 하고 VCM 시장 참여방안을 모색하는데 도움이 되고자 한다.

2. VCM의 개요

VCM은 모터의 초기형상이 Speaker의 메카니즘과

동일한 이유로 VCM이라는 이름을 갖게 되었지만, 모터의 운동방향에 따라 리니어 액츄에이터 또는 리니어모터 그리고 디스크 장치의 헤드 위치결정기구로 주로 많이 사용됨으로써 헤드 포지셔너 또는 헤드 액츄에이터라는 이름으로 불리기도 한다.

아래의 그림 1.은 디스크장치에 사용되는 VCM의 단면도이다. VCM의 구성은 영구자석, 요크, 코일, 보빈 그리고 슛턴으로 이루어져 있으며, 각 구성요소의 역할은 다음과 같다.

- 영구자석 : 공극자속을 형성하여 가동코일 전류와 상호작용하여 힘을 발생시킨다.
- 요 크 : 영구자석이 발생하는 자속의 통로를 형성하며, 모터의 구조물이 된다.
- 코 일 : 외부로부터 인가되는 전류의 통로이며 공극자속과 상호작용하여 힘을 발생한다.
- 슛 턴 : 코일의 전기시정수를 단축하여 전

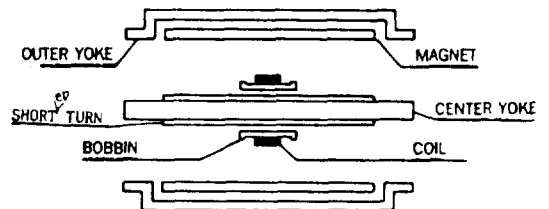


그림 1. VCM 단면도

류의 확립을 빠르게 한다.

- 보 빈 : 코일에서 발생하는 힘을 헤드에 전달하며 코일을 형성하는 지지대가 된다.

플레밍의 왼손법칙으로부터 VCM은 가동코일의 전류와 자속의 방향 및 크기에 의하여 구동력을 발생하고 가동코일이 센터요크를 따라서 왕복운동을 할 수 있게된다. 따라서 VCM은 다른 모터의 추종을 불허할 정도로 높은 가속능력과 위치제어능력을 갖고 있다.

3. VCM 특허 출원현황

그림 2.는 회사별 출원현황을 나타내고, 표 1.은 년도별 출원현황을 나타낸다.

특허출원은 일본의 히다찌가 가장 많고 내용도 다양하며, 다음으로는 역시 일본의 후지쓰가 차지하였으며, 세번째로는 미국의 IBM이 많이 출원하고 있다. 이들은 주로 디스크 Set업체인데 불구하고 VCM 특허를 많이 출원하고 있으며, 특허내용은 주로 구조개선과 진동방지, 제어관련부분 및 구조개선 등이 주류를 이룬다.

표 1. 년도별 특허출원 현황

년도	'77	'78	'79	'80	'81	'82
출원	1	2	1	3	2	5
년도	'83	'84	'85	'86	'87	'88
출원	7	14	19	13	12	28

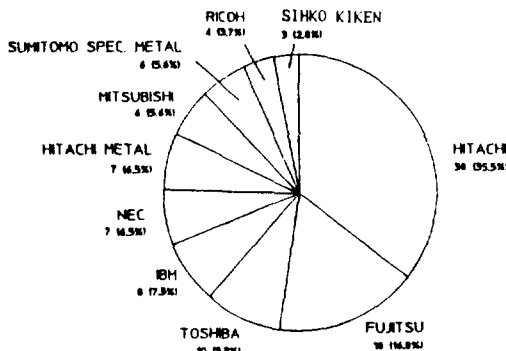


그림 2. 주요회사별 특허출원 현황('77-'88년)

표 2. 88년 일본의 VCM 생산량 및 회사별 시장 점유율

회사명	생산량 (천대)	점유율 (%)	비고
신에쓰 화학 공업	1,210	40	영구자석 업체
히다찌 금속	909	30	영구자석 업체
스미토모 특수금속	550	18.1	영구자석 업체
쇼와 전선 전람	230	7.6	코일제조 업체
기타	131	4.3	
합계	3,030	100	

(출처: "OA기기 및 전자부품 시장조사 보고서", 전자마켓팅정보사, 일본, 1989. 12)

4. VCM의 선발 제조업체

VCM제조업체의 특징은 코일제조업체인 쇼와 전선전람이 계열회사인 도시바제품의 회트류자석을 조립판매하는 것 이외에는 영구자석 제조업체가 VCM의 제조업체인 경우가 대부분이다. 또한 영구자석 제조업체의 VCM 제조방식도 VCM이 사용되는 Disk Drive의 크기에 따라서 다른 형태를 갖고 있다.

따라서 영구자석 제조업체 특히 회트류 자석을 생산하는 업체가 VCM 시장의 높은 점유율을 가지며, 이러한 업체로서는 신에쓰화학공업, 히다찌금속 그리고 스미토모 특수금속 등이 있다. 표 2는 88년 일본내 VCM 생산량과 회사별 시장 점유율을 보여준다.

미국의 일부업체가 VCM에 관하여 연구를 진행하고 있으나 실질적인 제작, 공급업체는 대부분 일본 내에 있으며 VCM의 대표적인 제조회사인 신에쓰화학공업, 히다찌금속 그리고 스미토모특수금속의

표 3. 기타 제조업체

시나노 겐시	2.5인치 HDD 용의 Rotary Type VCM을 생산
토킨	HDD용의 Linear Type VCM을 생산
시코 기겐	3.5인치 HDD 용의 Rotary Type VCM 생산
TDK	Disk Drive용 VCM 생산
후지 마이크로	5종류의 VCM 생산

VCM 개발동향은 다음과 같다.

4.1 신에프화학

신에프화학은 자석 생산업체로서 Nd계 자석의 생산량은 300만톤/년이며 전체 매출액중 자석과 VCM이 차지하는 비율은 50%이다. 신에프화학은 HDD 및 ODD용 VCM을 생산하고 있으며 일본 제1의 VCM Market Share(40% 이상)를 가지고 있다.

4.2 히다찌 금속

히다찌 금속에서는 1964년도에 IBM의 교환가능 Disk Drive용 VCM을 생산하기 시작하여 현재 독자적인 VCM의 생산에 이르고 있다. IBM사의 교환가능 Diskpack 방식으로는 호환성 문제가 야기되기 때문에 IBM사보다 3내지 4년 늦게 시장에 진출하였다.

'70년대 초에 Disk Drive의 고정 Disk화에 의하여 호환성 문제가 완전히 제거됨으로써 독자적인 모델 개발이 가능하게 되고 히다찌사도 IBM과의 격차를 2년 정도로 단축할 수 있었다. 또한 VCM의 소형 경량화에 대한 필요성이 높아져 히다찌는 Co계 회토류자석인 HICOREX를 개발하여 80년대 초에 HICOREX 영구자석을 이용한 VCM을 생산하기 시작하여 현재에 이르고 있다.

4.3 스미토모 특수금속

스미토모 특수금속에서는 ND계 자석인 NEOMAX를 개발하여 1982년 부터 시판하기 시작하였다 따라서 광 Disk, Printer, 정밀가공·조립장치, 가진·흡진장치, 유압제어기기, 자기디스크 장치 등을 NEOMAX 시장으로써의 유망분야로 선정하였다. 특히 자기디스크 장치를 영업효과가 큰 Target 시장으로 분석하였다. 1984년 스미토모 특수금속의 상품 개발부는 자기디스크 장치의 헤드 이송장치로서, VCM에 대한 요구가 증대되어 가는추세에 반하여 VCM 전문 메이커의 수가 적을 뿐만 아니라 기존의 메이커 역시 기술축적이 되어 있지 않은 상황을 고려하여 VCM 사업을 시작할 수 있는 절호의 기회라고 생각하였다.

한편 VCM 사업 전략을 User의 도면에 근거하여 제품개발을 하고 설계기술을 축적하여 아이디어를 갖는 제품설계를 하는 것으로 하였다. 또한 기계가공, 권선기술을 기존 메이커에 필적할 만한 수준까지 끌어올리는 전략을 갖고 있다.

5. VCM의 기술동향

스피커나 진동측정기로서의 VCM이 액츄에이터로서 본격적으로 사용되기 시작한 것은 IBM사가 컴퓨터의 보조기억장치로서 자기디스크 장치를 개발하면서 부터이며 VCM 관련기술의 진보는 디스크장치의 발달과 밀접한 관계가 있다. 자기디스크 장치로는 1956년 IBM350이 처음으로 개발되었으나 1966년 까지는 유압식(Oil 실린더) 또는 모터와 클러치를 결합한 액츄에이터를 헤드의 위치결정기구로 사용하던 것이 1971년 Servo-track에 의한 Track-servo 방식을 사용하여 종전의 기종보다 기록밀도가 3.5배 향상된 IBM3330 기종을 개발에 즈음하여 처음으로 헤드 액츄에이터로서 VCM을 채택하게 되었다. 여기에 사용된 VCM은 공극이 짧은 반면 Alnico 자석을 사용함으로써 공극자속이 약 12KG로 매우 높고 가동코일의 길이가 자극보다 긴 형태이다.

1976년 IBM3350이 고정디스크 방식을 채택하면서 부터 IBM기기에 대한 호환성 문제가 제거됨으로써 IBM 이외의 업체에서 디스크장치의 독자적인 개발이 가능하게 되었다. 따라서 VCM 역시 디스크장치 제조업체의 특성에 따라 다양한 모습을 갖게 되었지만 VCM 관련 기술발전은 발생 추력의 증대 및 균일성, 진동방지 및 소형화로 요약할 수 있다.

발생추력과 관성의 비를 최대로 하는 것은 디스크 장치의 Access Time을 단축시킬 수 있는 중요한 파라미터가 되며 디스크장치가 자기디스크 장치로부터 헤드의 중량이 큰 광디스크 장치로 옮겨 감에 따라 더욱 중요하게 되었다. VCM의 발생추력을 향상시키는 설계 파라미터는 여러가지가 있으나 공극자속 밀도의 크기를 증가 시키는 것이 가장 효과적인 방법이다. 따라서 자기에너지가 큰 회토류나 Nd계 자석의 사용이 일반화 되고 있다.

한편 VCM은 헤드 어셈블리와 결합하여 위치서보 시스템을 구성한다. VCM의 발생추력을 크게하면

위치서보시스템의 대역폭이 확장되어 시스템의 Settling Time을 단축할 수 있으나 VCM의 진동에 의하여 안정도를 해칠 우려가 있다. 따라서 VCM의 안정한 운전을 위해서는 진동의 크기를 제거하거나 동작주파수 영역이상으로 VCM의 고유진동 주파수를 높일 수 있도록 하는 연구가 진행되고 있다.

또한, VCM이 소형화 되면서 고성능 자성재료의 이용이 많아지고 있으며 영구자석 및 코일의 이용 효율이 높도록 설계가 되고 있다.

6. 결 론

일본의 VCM 제조업체와 IBM사를 중심으로 볼 때 VCM 기술은 제작기술과 Set 장착기술에 집중되어 왔다. VCM 제작기술로는 가동코일의 권선과 터미널 처리, 슛턴의 제조, 영구자석의 착자 및 장착 기술 등이 있으며, Set 장착기술로는 누설자속의 경감, 진동 및 편심의 방지기술 등으로써 상당한 성과를 거두어 왔다. 그러나 VCM의 설계는 주로 경험에 의존하고 있으며 유한요소설계법은 아직 성숙되지 못한 실정인 반면 자기디스크 장치의 기록밀도가 과거 20년 동안 4만배 이상으로 향상되었고 소형화되면서 빠른 Seek Time과 정밀한 위치제어 성능을

갖춘 VCM이 요구되고 있다.

또한 광디스크 장치의 등장으로 새로운 VCM 시장이 확대되어가는 추세로 있다. 그럼에도 불구하고 현재까지 VCM에 대한 국내개발 실적은 매우 미비한 실정이다. 그러나 VCM의 환경변화에 따라서 VCM설계에 많은 독창성이 요구되고 있으므로 유한요소법이나 퍼미언스법과 같은 고도의 설계기술이 확립된다면 후발업체로서도 VCM시장의 참여기회는 매우 크다고 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] "Disk Trend Fixed Disk", Disk Trend Co., 1989
- [2] "Disk Trend ODD", Disk Trend Co., 1989
- [3] "OA 기기 및 전자부품-시장조사보고서", 전자마켓팅정보사, 1989
- [4] "소형모터 수급동향 조사보고서", 전자마켓팅정보사, 1988
- [5] J. Stupak & G. Gogue, "Voice-Coil Actuators: Insight into the Design", Motor-Con, 1989
- [6] 白木 學, "리니어 서보모터 및 시스템 설계", 總合電子, 1986
- [7] "Optimal design for constant voltage seek motion", Chiang W.W., IEEE Trans. Energy Convers. vol. 5, No. 1, pp.195-202, March, 1990