

Nd-Fe-B계 희토류 자석-주요 응용부품(Ⅱ)

양충진

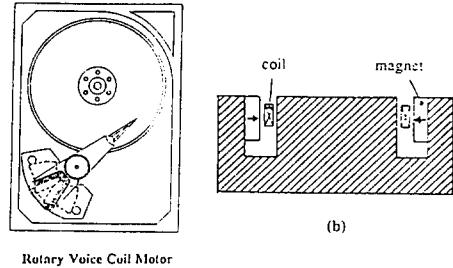
산업과학기술연구소(RIST), 전자기연구팀장

경북포항시 효자동 산32, P. O. Box 135

(1995년 10월 27일 받음)

I. 서 론

기술해설 “주요 해외시장 및 신 용도”(I)에 이어, 본고는 Nd-Fe-B계 소결자석의 핵심적인 용도로 제조되고 있는 PC drive용 voice coil motor와 전기자동차 모터용 소결자석과 수지본드자석의 핵심 용도인 CD ROM drive 및 향후 수지본드자석의 가장 큰 용도가 될 자동차 전장 소형모터 및 센서를 중심으로 기술하고자 한다.



Rotary Voice Coil Motor

Ⅱ. Voice coil motor(VCM)

1. 개요

VCM의 본래 기능은 음향스피커에서 유래되었다. 즉, 강력한 영구자석과 그 영구자석에서 발생하는 자장사이로 코일이 움직이는 구동장치를 일컫는 것으로, PC drive(HDD)에서는 이 코일이 read/write head 를 움직여 주는 carriage역활을 하고 있다. VCM은 milisecond 내에 출발/정지를 해야하는 민첩한 동작성이 요구되며, head의 정확한 위치포착이 핵심기능이 되므로, 강력한 자장을 발생하는 Nd-Fe-B계 소결자석이 사용되고 있다. 초기의 VCM drive는 직선운동을 하계끔 설계 되었으며 Fig. 1(a) 및 (b)에 보이듯이 코일이 일정방향으로 배향된 영구자석사이로 moving coil이 직선운동을 하게 된다. 또한, 근래의 HDD drive는 직선운동을 하지 않고 아주 제한된 범위에서 회전운동만 함으로써 head의

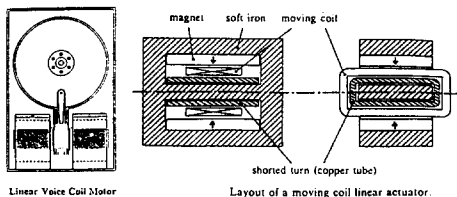
운동(access time)을 재빠르고 정확하게 조절할 수 있다 (servo control). 이때 head를 움직여 주는 carriage는 한 점을 고정점으로 하여 지렛대식으로 동일평면을 따라 head 를 회전시게 된다. Fig. 2(a) 및 (b)에 회전식 carriage의 원리를 보여주는 도면을 보여준다. 운동중에 있는 HDD drive의 head는 그 거동이 head에 미치는 torque(T), moment of inertia(J)에 의하여 read/write 동작이 결정되며, 이 요소는 actuator 역활을 하는 VCM의 특성에 의해 결정된다. 즉, rotary VCM일 경우, head의 회전각(θ radian)은 회전각가속도(ω)와의 관계에서 :

운동(access time)을 재빠르고 정확하게 조절할 수 있다 (servo control). 이때 head를 움직여 주는 carriage는 한 점을 고정점으로 하여 지렛대식으로 동일평면을 따라 head 를 회전시게 된다. Fig. 2(a) 및 (b)에 회전식 carriage의 원리를 보여주는 도면을 보여준다. 운동중에 있는 HDD drive의 head는 그 거동이 head에 미치는 torque(T), moment of inertia(J)에 의하여 read/write 동작이 결정되며, 이 요소는 actuator 역활을 하는 VCM의 특성에 의해 결정된다. 즉, rotary VCM일 경우, head의 회전각(θ radian)은 회전각가속도(ω)와의 관계에서 :

$$\theta = \frac{\omega t^2}{2} \text{ 이고, } T = J\omega \text{의 관계를 보인다.}$$

여기서 $T = K_T \cdot i$ 의 관계를 이용하면 head의 가장 중요한 access time은 아래와 같이 결정된다 :

$$t = 2\left(\frac{\theta J}{K_T i}\right)^{1/2}$$



Linear Voice Coil Motor

Layout of a moving coil linear actuator.

Fig. 1. Layout of a moving coil liner actuator.

결국, head의 동작은 VCM에서 사용하는 전류와 head의 기계적설계치(J를 결정해줌) 및 영구자석으로부터 결정되는 회전각(θ)에 의하여 결정된다. 여기서 K_T 는 토크상수로 간주하면 된다. 한편, 회전각(θ)과 토크상수(K_T)는 VCM에서 사용되는 영구자석의 자기적특성에 의하여 결정되며 Fig. 1 및 2에 보여진 도면과 같이 코일과 영구자석간의 air gap에 미치는 flux density(B_g), input voltage(V_g) 및 투자율(μ)에 의하여 actuator 역할을 하는 VCM의 기계적 특성이 정해진다. 이때 air gap에 미치는 자기력을 E_g 라고 하면 :

$$E_g = \frac{V_g B_g}{2\mu}$$

최근의 HDD drive는 head의 고속동작과 정확한 위치선정이 요구되므로 Nd-Fe-B 소결자석과 같이 강력한 영구자석을 필요로 한다.

2. VCM의 향후 설계개념

최근의 VCM은 모두 조립식으로 제조되며, Fig. 3(a) 및 (b)에 보이듯이 stainless yoke pole 사이에 소형의 강력 Nd-Fe-B 소결자석을 아랫면에 붙여 latch 식으로 간단히 제조되고 있다. Head를 안정되게 고정하기 위해 앞으로의 설계는 Fig. 4와 같이 VCM yoke plate간의 간격(Z height)을 줄이는 경향이 있지만, 간격이 작아질수록 얇은 Nd-Fe-B 소결자석이 사용되어야 하므로, 자

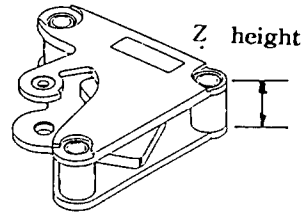


Fig. 3. Flat Coil VCM Design

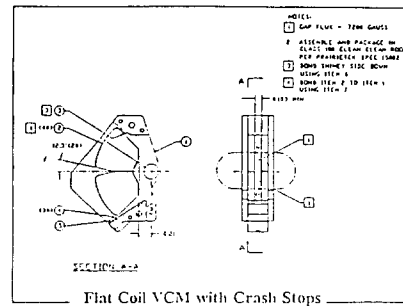


Fig. 4. Flat Coil VCM with Crash Stops

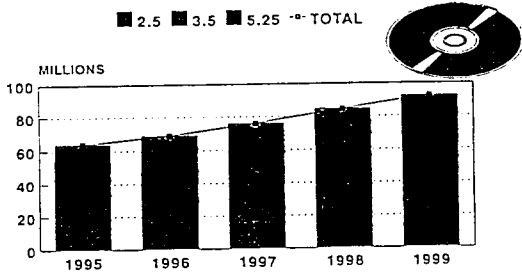
석의 동작점향상 때문에 더욱 높은 보자력이 요구되어 한계가 있다. 따라서 앞으로는 VCM 용도의 Nd-Fe-B 소결자석의 경우, remanence 향상보다는 보자력 향상연구가 요망된다.

Table I. World-wide Disk Drive Forecast

	CY94				CY95				CY96				CY97				CY98				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
1.0-1.99 GB	259	272	258	300	271	265	239	208	185	150	100	25									
2.0-2.99 GB	136	172	176	196	255	325	392	458	530	530	440	390	305	250	160	80	25				
3.0-4.99 GB	33	38	77	103	167	212	235	288	345	435	540	685	852	895	900	875	800	700	590	475	
5.0-9.99 GB	3	8	30	51	65	80	77	84	105	132	157	226	295	365	435	516	710	992	1289	1377	
> 10.0 GB								2	20	60	110	146	165	170	195	320	395	418	444	495	
TOTAL GB	431	490	541	650	758	882	943	1040	1185	1307	1347	1472	1617	1680	1690	1791	1930	2110	2323	2347	

Quantities given in millions

Table II. World Wide Disc Drive 5 Year Projections



	1995	1996	1997	1998	1999
Total	64	69.1	76.1	84.5	92.5
5.25	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3
3.5	52.8	56.5	60.9	65.8	70
2.5	10.6	12.1	14.8	18.3	22.2

3. VCM의 시장동향

HDD drive의 가격은 지나 2년간 급속히 감소하여, \$2.00/megabyte에서 10/MB로 하락 하였으며 '96년에는 10/MB로 예상되기도 한다. Megabyte당 가격이 하락함에 따라 Nd-Fe-B 자석의 가격도 하락을 종용당하고 있어, \$60/lb(1993)에서 \$30/lb(1995)로 가격이 하락하였다. 향후 multi media의 대량보급에 따라 disk storage의 대용량이 요구되면서 HDD의 생산량이 늘어나게 되어 3~10 GB HDD가 등장하게 되어 Table I 및 II와 같이 향후 2000까지 꾸준한 증가를 보일 것이다.

III. 전기자동차 및 우주항공용 모터

1. 전기자동차용 구동모터

실제로 점화식엔진을 사용하는 현재의 자동차 한대에 사용되는 모터의 종류는 대략 40여개에 이른다. 이토록 많은 모터가 사용되고 있음에도 불구하고 Nd-Fe-B계 자석의 활용이 기대보다 적은 것은 소결자석의 가격이 너무 높은 것과 또한 여타자석(주로 ferrite 자석)의 특성과 가격이 비교적 우위에 있기 때문이다. 그러나 향후 전기자동차(electric vehicle)의 등장에 따라 Nd-Fe-B자석의 용도는 확장될 전망이다. 1998년부터 미국 California주에서는 자동차 전 판매대수의 2%는 필히 완전무연소식(zero emission) 엔진을 사용해야 한다는 규정을 입법화 했기 때문에 자동차 시장이 가장큰 미국을 대상으로 하기 위해서 각국은 이미 전기자동차(또는 전기+전지 복합

형: hybrid vehicle)의 개발에 역점을 두고 있다. 효율 및 주행능력을 고려할때 기존의 Sodium-Sulphur 전지는 사용불가하고, Nickel-Cadmium 전지가 현재로서는 가장 유망하나, 전지만을 사용한 자동차는 한계가 있어 모든 전기자동차에서 전지+구동모터 형식의 drive를 선택하고 있다. 그중에서도 Nd-Fe-B 자석을 사용한 brushless DC motor이 선택되고 있다. 아래 Table III은 Nd-Fe-B자석을 사용한 BLDC PM(permanent magnet)형 모터와 여타 모터의 무게 및 효율을 비교한 자료이다. BLDC PM의 기준치를 100으로 보고 비교하였다.

Table III. Brushless DC motor와 기타종류와의 효율성 비교

motor	weight		efficiency	
	motor only	motor & electronic	motor only	motor & electronic
brush motor	400	450	80	78
induction motor	200	300	90	84
switched-reluctance motor	150	250	94	85
BLDC motor	100	200	97	90

전기자동차에서는 모터+전장(electronics)의 효율이 곧 전지의 무게감소에 직결된다. 즉, 1%의 효율이 증가하면 전지의 무게가 1% 감소되어도 좋다는 얘기다. 한편 1%의 자동차무게 감소는 0.5%의 전지무게 감소를 유도한다고 한다. 따라서 구동모터의 성능향상과 그에 따른 중량감소가 전기자동차의 성패에 큰 관건이 되고 있다. 물론, 구동모터의 성능향상은 가격상승을 초래하지만, 핵심부품인 Nd-Fe-B 자석의 가격에 크게 의존한다. Table IV에서는 1000 kg의 전지자동차가 400 kg의 전지를 사용할때를 기준하여 각종 구동모터의 효율과 가격상승율을 brush DC 모터를 100으로 하여 비교하였다. Table IV에 보이는 무게감소비율은 주로 전장품(electronics)의 가격이 떨어지면서 발생하는 사항이며, 특히 reluctance motor의 경우는 설계도면이 간단해 지면서 공정비가 감소하는 것이고, BLDC PM motor의 경우는 Nd-Fe-B 자석가격이 급속히 하락하면서 발생하는 현상으로 여겨진다. 어쨌든 brush DC 모터보다는 brushless DC 모터가 약 18%정도 싼 경제성을 보이며, 여타 모터종류와 life cycle까지 고려할때 20% 이상의 경제성 우위를 보이기 때문에 앞으로 계속적으로 BLDC PM 모터의 생산이 주력을 이룰 것이다.

Table IV. 모터 성능향상에 따른 자동차 무게감소율

motor	자동차무게감소율(%)		구동모터의 가격감소율		
	due to motor efficiency	due to motor weight	1993	1998	2003
	base	base			
brush motor	base	base	100	100	100
induction motor	6	5	100	90	80
switched- reluctance motor	7	5	150	90	70
BLDC motor	12	8	150	90	60

2. 희토류 소결자석을 이용한 전기자동차의 예

Nd-Fe-B 자석의 고온부식 문제가 현재로선 용도확장에 가장 큰 장애가 되고 있다. Fiat사의 Downtown City Car는 두개의 직접구동 모터를 사용하는데 모두 Sm₂Co₁₇ 자석을 사용하고 있으며, 사용온도에 적용할 Nd-Fe-B 자석을 대체하기 위해서는 현재로선 비용이 상승한다고 한다. 또 Tokyo R&D/TEPCO “IZA” 자동차 모델은

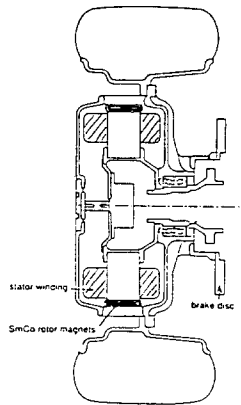


Fig. 5. Sectional View of Wheel Motor for Tokyo R&D/TEPCO “IZA” Electric Car

상당히 큰 전기자동차이지만, 역시 Sm₂Co₁₇ 자석을 사용한 직접구동 모터drive를 채용하고 있다. 이 모터는 자동차 1대당 10 kg의 자석을 요하고 있으며, 가격으로 치면 \$1,200에 상당한다. 이러한 종류의 구동모터는 “inside-out”형이라고 하여, 모터자체가 4바퀴 안쪽에 직접 부착되어 있다(Fig. 5). 근래에 “IZA”는 Libero 라고 불리는 모델에 무게 37 kg에 달하는 induction motor를 사

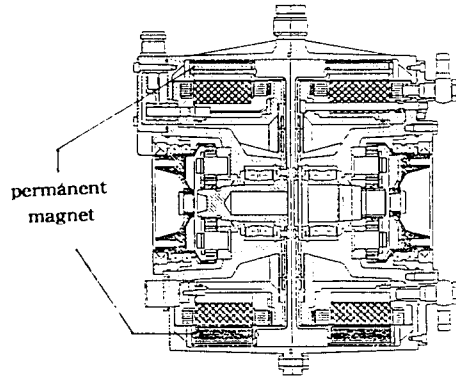


Fig. 6. Sectional View of Fichel & Sache Double Motor which eliminates the differential

용한 것이 등장하였고, 프랑스의 Fichel & Sachs 모델은 Fig. 6에 보이는 것처럼 differential gear가 없는 BLDC형 모터를 채용하고 있다. 전지 만으로는 주행력이 부족하므로 당분간 향후 전기자동차는 hybrid형이 될 것이고, 따라서 각종의 구동모터가 개발되겠지만 그 주류는 BLDC 영구자석형 모터가 될 것이다. 아래 Table V에 그동안 선보인 선진 자동차회사의 대표적 전기자동차 모델에 사용한 모터의 사양을 정리하였으며, Table VI에는 향후 전기자동차의 시장을 예측하였다.

Table V. 현재까지 개발된 전기자동차용 BLDC PM 모터 사양

Company /Model	Power	Manufacturer	Production Date
Ford ET X II Ecoster Van	52 kW	GE	prototype '86
Renault Clio Car	27 kW	Siemens	-
Audi Duo Hybrid Car	36 kW	Siemens	-
BMW E1 and E2	32 kW	Unique	-
Tokyo R&D/Tepco IZA	25 kW		prototype '91
Magnet Motor Hybrid Bus	80 kW	Magnet Motor	2 in service
Eaton(Chrysler) Mini Van	47.3 kW	Eaton	-
Solectria “Force” Car	18/24 kW	Solectria	'91
SEA(Austria) Elin Bus	25 kW	-	prototype '90
Mercedes 190 Electric	2 motors	AEG(?)	prototype '91
Fiat “Downtown”	2 × 5/7 kW	-	prototype '93
Honda EVX	40 kW	-	prototype '94
Honda “Dream”, CUV Scooter	1.5/3.5 kW	Honda R&D	prototype '94

Table VI. 전기자동차의 향후 시장 예측(천대) 과 구동용 모터에 사용하는 Nd-Fe-B 자석의 소요현황 예측

Country / year	1995	2000	2005	2010
USA	35	75	100	1007
Japan	10	36	75	486
Europe	5	51	108	612
Total	50	162	747	2105
EV's using PM motors	5 %	25 %	50 %	80 %
Ave. wt. of NdFeB / car	2.5 kg	2 kg	1.8 kg	1.5 kg
Total wt. of NdFeB	36 tons	110 tons	672 tons	2526 tons
Price of NdFeB / kg	70 \$	60 \$	50 \$	40 \$
Value in \$ Millions	0.25	6.6	33.6	101

항공기용 cooler fan 또는 군사용 무기에도 fan 용도로 모터사용이 계속 증가하고 있다. Cabin내의 냉방, radar 냉방, 얼음제거용, 안개제거용, 온방, wheel brake, oil /generator cooling 등, 많은 부분에 40 W ~ 2 kW용 모터가 사용되고 있다. 이들은 주로 고속회전용(10000 ~ 25000 rpm)으로 사용되기 때문에 발열문제도 아직까지는 Sm₂Co₁₇ 자석을 주로 하고 있다. 만약 고온에서도 사용가능한 재료가 등장하면 무게 / 부피가 20 % 정도감소될 수 있기때문에 Nd-Fe-B 자석의 우주항공용도는 향후 5년간 20 % 이상 성장할 것으로 예측된다. 그 량은 약 26 tons / year 로 추산된다.

IV. 수지 본드자석을 사용한 자동차 전장용 모터

1. Nd-Fe-B계 본드자석의 용도

수지본드 자석용 급냉자성분말의 시장은 저자가 애초부터(90년대) 예측한대로 상당한 신장속도를 보이고 있다. '95년 현재 생산량을 과거보다 60 % 이상을 확장하고 있으며, '95년도 Magnequench사의 매출량은 1000 톤에 달하였다. 현재까지는 주로 가전용 전기제품에 많이 사용되었으나, 점차 multimedia 및 자동차 전장용 모터의 용도가 확장되고 있다. 구동용 모터가 사용되는 제품을 재차 정리해 본다면 아래 Table VII과 같다.

2. Nd-Fe-B 수지본드자석용 원료

기존의 등방성 급냉분말이 MQP series로 제조되면서 근래에는 신규 분말로, 고온용 분말(MQP-O), 회토티성분이 적게 들어간 복합자성상 분말(nanocomposite spring magnet), 그리고 HDDR법으로 제조된 분말 등이 시제품으로 생산되고 있다. 특히 그 중에서 HDDR로

Table VII. 수지본드자석의 용도가 가장 큰 구동모터

성숙단계의 제품	신장을 보이는 제품	개발단계의 제품
Camera shutter	Spindle motor	Automotive
Electric view finder	-hard disc drive	Major appliance
Clock / watch	-CD ROM	Mini disc
Stepping motor	-CD player	Pager
-VCR	Pick up motor	Magnetic roller bar
-Fax / printer	-CD ROM	Factory automation
-Camcorder	Actuator	-Servo motor
	-Floppy disc drive	Speaker
	Small appliance	-Phone / cellular
	-Cordless power tool	-Consumer electronics
	-Kitchen appliance	-Headphone
Spindle motor		-Floppy disc drive

생산된 분말은 '95년도에 약 30톤을 생산하여 출하한 바 있다. 고온용으로 개발된 분말은 Nd_{11.5}Fe_{82.5-x}Nb_xB₆의 기본 조성을 가지고 있으며, 140 °C까지 사용이 가능하고 1000시간을 지나도 5 % 정도의 특성 감소만이 있다고 한다. 그러나 아직은 통용되고 있지는 않다. 여타 MQP 분말에 비해 잔류자속밀도가 약간 낮은것이 특색이다. 한편 nanocomposite 자성분말은 한창 개발중에 있는 것이며, 가격면에서가 특성명에서 기존의 등방성 MQ 분말보다 상당히 유리한 점이 많아 수지본드 자석용으로는 가장 유망한 재료이다. Nd₂Fe₁₄B / Fe₃B (또는 α-Fe) 복합상을 기본조성으로 하며, 출발조성에는 Nd 성분이 3 ~ 5 wt. % 밖에 첨가되지 않아 가격도 싸며, 특히 잔류자속밀도가 높아 본드자석용으로 유망하나 향후 보자력을 향상하여야 높은 온도에서도 사용이 가능하다. 저자의 연구실에서도 복합자성 spring magnet에 대한 연구가 상당히 진전을 보고 있으며, 중국과의 공동연구에 의해 향후 제품화하는 계획을 갖고 있다. HDDR 분말 역시 생산가공면에서 가격적으로 유리한 점이 있으나, 가용온도의 제한성과 잔류자속밀도를 높여야 하는 숙제가 있으며, 현재로는 injection molding 수지자석을 제조하는 것이 현실적으로 보고 있다.

3. Nd-Fe-B 본드자석을 사용한 자동차 전장용 소형모터

60종류 이상이 되는 자동차 전장용 모터에는 아직도 소결 ferrite자석이 많이 쓰이고 있지만 Nd 본드자석의 용도증가율은 평균 28 %에 달하고 있다. 기존 자동차에 많

Table VIII. Nd-Fe-B 및 ferrtie 자석을 사용한 소형모터(자동차 1대당)

application	No.	motor	power	magnet	fitment(2000년대)
HVAC blower	1	brushless DC	300	F /BN	25 %
HVAC controls	17	stepping	10	BF /BN	40 %
fuel pump	1	brushless DC	70	BN	40 %
engine cooling	2	"	300	F /BN	25 %
power seats	20	stepping	50	BF /BN	30 %
mirrors, windows	5	"	50	BN	10 %
ABS pump	1	DC	500	F /BN	30 %
ABS rams	4	brushless DC	100	"	30 %
water pump	1	DC /BDC	200	"	10 %
oil pump	1	"	200	"	5 %
4WD clutch	4	DC	50	F	15 %
clutch actuator	1	DC	50	F	40 %
power steering	1	DC /BDC	800	F /BN	20 %
A /C compressor	1	BDC	3000	N	10 %
air pump	1	DC	200	F	50 %
levelling	2	DC	100	F	10 %
headlight aim	2	DC	20	F	10 %
seat belt tighten	4	DC	100	F	25 %
passive belt	4	DC	50	F	25 %
vacuum pump	1	DC	50	F	20 %
security system	5	stepping	10	BF /BN	10 %

*F : ferrite 소결자석, BF : ferrite 본드자석, BN : bonded NdFeB, N : 소결 NdFeB

이 쓰이는 부품으로서는 연료펌프용 모터, 각종계이지, 연료조정장치, 그리고 센서용으로서, crash sensor, ignition sensor, ABS, 등으로 사용되고 있다. 아래 Table VIII에 자동차에 대표적으로 사용되고 있는 Nd-Fe-B 본드자석 모터를 정리하였다.

위와같이 NdFeB 자석을 사용한 자동차 전장용 모터 사용액이 자동차 1대당 평균값과 한개의 모터에 사용된 NdFeB자석의 값을 비교해 보면, '95년도에는 모터값이 \$7.37이라고 할때 자석값은 \$0.15이며, 2000년일 경우 모터가격 \$10.28일때 자석의 비용은 \$0.93으로 자석의 사용량이 상당히 증가함을 보여준다. 마찬가지로, NdFeB 자석을 이용한 sensor의 경우를 분석해 보면, '95년에는 대당 센서의 사용액이 \$2.42일때 자석의 비용은 \$0.52인데 반해 2000년에는 센서사용액이 대당 \$4.05이며 자석의 사용액은 \$1.02로 증가함을 예측하고 있다. Fig. 7에 전술한 모터의 소비형태를 도표화 한

자료를 보여준다. 어쨌든 향후 NdFeB 계 수지본드 자석의 용도를 확장하기 위해서는 계속적으로 가격이 하락해야 하며, 이를 위해서는 대량생산 체제를 재구축해야 할 필요가 있다. 또한 온도 및 부식성 향상을 위한 연구가 계속 진행되어야 하겠다.

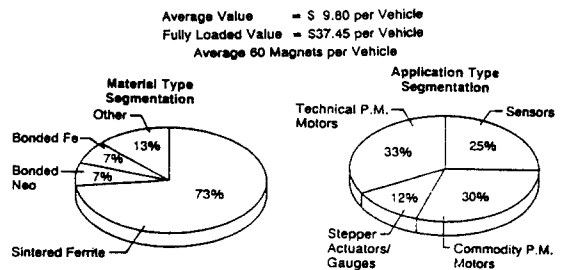
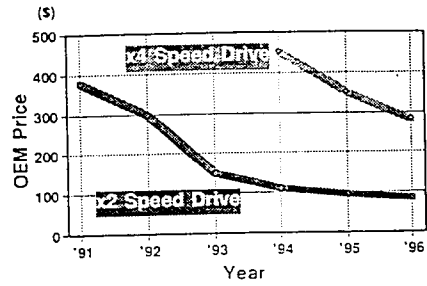


Fig. 7.

V. Nd-Fe-B 자석의 CD-ROM에의 응용

1. CD-ROM의 배경 및 시장현황

현재 생산되고 있는 PC 의 1/3 이상이 CD-ROM을 장착하고 있으며 지난 몇년간 CD-ROM의 사용량은 10배이상의 증가를 보이고 있다. CD-ROM은 HDD, FDD와는 달리 기록재료가 아니고 reading only 이며, 82년도에 첫선을 보인 CD-digital audio의 원리를 그대로 응용함으로써 PC에 그대로 적용이 쉬워 인기가 많다. CD-ROM의 기억저장력(통상 640 MB)은 floppy disc의 몇 배배를 능가하며, 설치비가 저렴하여 계속적인 인기추세를 누리고 있다. 또한 HDD/FDD와 같이 기록저장매체와는 달리 취급하는데 제한이 없어 상품으로서의 일반성이 큰 것이 장점이다. 그러나 PC에 장착하여 사용되기에는 아직도 정보전송속도와 access time이 느려 PC 사용효율이 떨어지는 단점이 있기때문에, 향후 ROM drive의 속도와 access time을 단축해야 하는 숙제가 있다. 이를 개선하기 위한 첩경이 CD-ROM drive의 actuator의 기능을 개선하는 것이고, 이 부품의 핵심이 Nd-Fe-B분드자석이다. 2배속, 4배속하는 용어는 audio rotational speed의 정상속도의 2배, 4배를 뜻하는 것이며, 현재 access time이 300 msec에서 150 msec 이하로 감소하고 있다. digital signal process와 optical pick-up head의 성능이 향상되어 6배속, 8배속까지도 등장하였다. 이를 위해서는 pick-up head의 소형화, 경박화 등이 요구되며, 동시에 강력한 disc motor가 필요하게 된다. 향후 pick-up head의 크기는 현재의 1/3 이하로 줄어야 하며, CD-ROM의 가격이 1/2 이하로 떨어질것을 대비하여 CD-ROM에서 핵심부품이 되는 pick-up head의 가격 역시 하락을 할 전망이다. Fig. 8(a) 및 (b)에 CD-ROM 시장전망과 가격추이를 나타낸다.



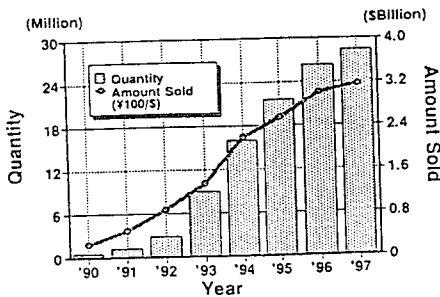
(b)

Fig. 8. (a) Transition of CD-ROM Market (b) Price Trend

2. Pick-up head의 lens actuator

본래의 CD-digital audio와 마찬가지로 CD disc에 기록된 1 μm 크기의 signal pot을 laser beam으로 쬐어 그 반사되는 정도를 읽어 전기신호로 바꿔주는 것이 원리이다. 따라서 얼마나 정확하게 laser beam을 원하는 지점에, 그리고 신속하게 움직여 주느냐 하는 것이 기술의 관건이다. 정확한 신호를 얻으려면 0.5 μm폭을 갖고 있는 signal pot을 0.1 μm의 오차내에서 작동해야 한다. Fig. 9에 CD-ROM drive의 시스템을 도면으로 보여준다. Lens actuator의 역할은 laser beam의 위치를 정확히 맞춰주기 위해 objective lens를 움직여 주는 것이다. Objective lens를 구동하는 대표적인 모형은 axial sliding/roating식과 spring suspended형식이 있다. 구동을 위해서는 성능이 좋은 Nd-Fe-B자석과 같은 고정 영구자석과 이동식의 coil을 조합한 자기회로를 구성해야 한다. Fig. 10(a) 및 (b)에 pick-up head의 구조를 보여주며 actuator의 원리를 도면으로 설명해 준다. 따라서 actuator의 무게와 크기를 줄이기 위해서는 고정 영구자석이 강력해야 하며, pick-up head의 동작이 민첩하기

1990-1993: results
1994 : estimated value
1995-1997: forecasted value



(a)

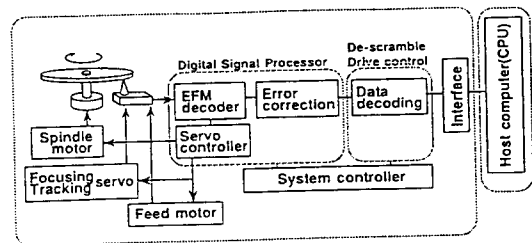


Fig. 9. CD-ROM Drive Configuration

위해서는 moving coil의 무게가 작아야 하므로 자기회로의 구성이 효율적이어야 한다. Actuator의 형상이 arc를 하고 있기때문에 본드자석은 주로 compression molding방법으로 직접 제조할 수가 있으며 이로 인해 본드자석의 용도가 확장되고 있다.

결론적으로 Nd-Fe-B본드자석의 강력한 자화력과 압축성형기술에 의해 간단히 제조될 수 있는 장점, 그리고 얇은 형상을 한 arc형의 자석제조 후 multipole 착자기술을 용이하게 이용할 수 있다는 것이 향후에도 Nd계 본드자석의 용도를 확장해 주는 이유이다.

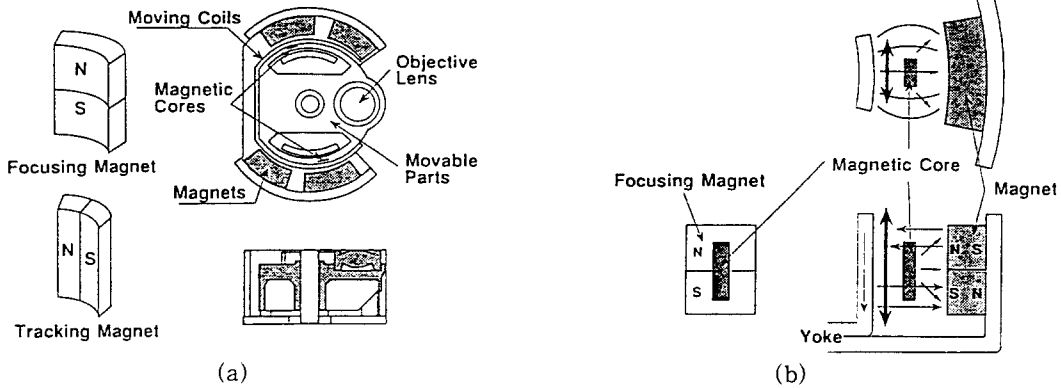


Fig. 10. (a) Actuator of Optical Pickup Head (b) Magnetic Floating Method