

자기 테이프용 초미립 자성 철 입자의 분산거동과 전자 및 물리특성에 미치는 첨가제의 영향

김주호

LG전자 마그네티크 연구소
충북 청주시 향정동 50번지, 360-480

김기호

충북대학교 재료공학과
충북 청주시 개신동 산 47, 360-763

(1996년 1월 10일 받음, 1996년 3월 5일 최종수정본 받음)

자기 테이프 제조용 초미립 자성 철 분말의 분산 거동을 파악하기 위하여 vinyl계 바인더, polyurethane 바인더, 윤활제 등 첨가제 종류 및 양에 따른 분산 거동 및 물리특성들을 조사하였다. 분산성은 바인더의 functional group의 종류, 자성체와 바인더의 비율 등에 크게 영향을 받았으며 적정 조건의 선택으로 분산성은 종래보다 20% 증가하였다. 이에 따라 자기 특성 중 포화 자화는 종래의 경우보다 200 Gauss 증가하였으며, 전자 변환 특성 중 휘도 S/N (signal to noise ratio)은 2 dB 증가하였다. 적절한 윤활제의 종류 및 양에 따라 tape의 마찰계수는 0.15 감소하였으며, 이에 따라 tape의 내구성 중 휘도 S/N 열화특성이 5 dB 이상 향상되었다.

I. 서 론

현재의 기록매체는 자기기록매체와 광기록매체 그리고 반도체 memory 등으로 크게 구분된다. 이중 광기록매체는 random access, 신뢰성, 넓은 적용성 등으로 인하여 미래의 중요한 기록매체로서 그 역할을 담당할 것이나 아직 재생 가능형으로서만 그 역할을 수행하고 있으며, 기록형의 광기록매체는 그 실용화 및 범용화에 시간이 필요로 하고 있다. 그러므로 21세기 초까지는 자기기록매체가 인간 사회 정보의 가장 중요한 기록매체로서 유지될 것은 틀림없는 사실이다. 특히, 자기기록 매체도 기록 밀도의 비약적인 증대와 신뢰성의 확보로 그 역할이 오히려 증대되고 있다. 즉 HDTV (High Definition TV) 용 tape 또는 digital VCR 용 tape로서 초미립 자성 분말을 사용한 tape가 적용 가능하게 됨으로서, 자기 기록 매체의 지속적인 적용이 전망되고 있다.

지금까지의 자기테이프 관련 연구는 분산 거동을 중심으로 이루어져 왔으며 [1][2][3], 실제 기록 매체의 응용 특성은 실제 생산현장에서 별도의 적용실험을 통한 검증이 필요하였다. 본 실험에서는 초미립 자성 철 분말의 바인더의 종류 및 양에 따른 분산 거동을 조사함으로써 최적의 바인더 시스템을 선정하였으며, 기타 도포형 매체에서 필요한 첨가제를 모두 고려한 전자 변환 특성들을 조사함으로써 최적의 테이프 특성을 발휘하는 실제적인 원료의 구성비를 결정하였다. 자기적 특성, 물리적 특성, 전자 변

환 특성, 내구성 등 자기 기록 매체에 요구되는 전 특성들이 이들이 최고의 특성을 내기 위한 각 조건들과 특성들과의 상호 관계를 조사하였다. 이와 같은 결과로 부터 자성철 입자 및 첨가제의 분산 거동은 테이프의 내구성 및 전자 변환 특성 등 모든 특성에 영향을 미칠 수 있었으며 이에 대한 최적의 조건들이 결정되었다.

II. 실험 방법

초미립 자성 철 입자는 항자력 1630 Oe의 일본 KDK사의 제품을 사용하였으며, 이에 혼합되는 바인더 종류 및 그 비율에 따른 분산 거동 그리고 윤활제의 종류 및 양에 따른 분산 거동을 조사하였다. 윤활제와 경화제를 제외한 모든 원료는 kneading 시 투입 조절되었으며, 윤활제는 pre-mixing 때, 경화제는 milling 완료 후 filtering 과정에서 조절 투입되었다. 질소 분위기에서 가압식 leader에서 자성체 및 바인더 등을 kneading 하였으며, kneading 된 도료는 밀폐하여 용제가 제거된 premix tank에 투입되어 고속 교반되었다. premixing이 끝난 도료는 grain mill에서 분산하여 최종 filtering 공정을 거친 후 도료 제조를 완성하였다. 분산 특성의 측도가 되는 광택은 일본 SUGA사의 Digital Variable Gloss Meter로 측정되었으며, 자기 특성은 일본 TOEI사의 P-7 VSM (vibrating sample magnetometer)으로 측정하였다. 물리 특성 중 마찰계수는 일본 MCS사의 Tape Behavior Tester를

이용하여 측정하였으며 전자 변환 특성은 SONY사의 EVO-9500 Hi-Band 8 mm deck와 일본 Shibasoku사의 TV Test Signal Generator와 Noise Meter를 이용하여 측정하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

1. Vinyl계 binder의 종류에 따른 분산

자성입자의 분산은 개개 입자를 독립적으로 분리시키는 과정이며, 이를 위하여 소수성과 친수성의 성질을 가진 polymer들이 사용된다. BET 55 m²/g 이상의 초미립 자성철 분말을 분산시키기 위하여 분산매로 널리 사용되는 것은 고분산성 vinyl계 binder이다. 자성입자 표면에는 흡착수의 형태나 -OH 형태의 물리적으로 결합된 물질이 있으며, 따라서 binder는 자성체에 흡착되는 친수기와 solvent와 흡착하는 친유기를 포함하는 구조를 필요로 한다. 이때 자성체에 흡착되는 친수기는 binder의 종류에 따라 여러 종류가 있으며 대표적인 친수성 관능기(functional group)로서 -OH, -COOH, -SO₃H 등이 있다.

본 실험에서는 metal과 binder의 비를 일반적으로 사용되고 있는 5 : 1로 유지하였으며, 가압식 kneader후 고속 교반기로 pre-mix를 2시간 수행한후 zirconium beads를 사용한 grain mill을 이용하여 유량 800 g/min

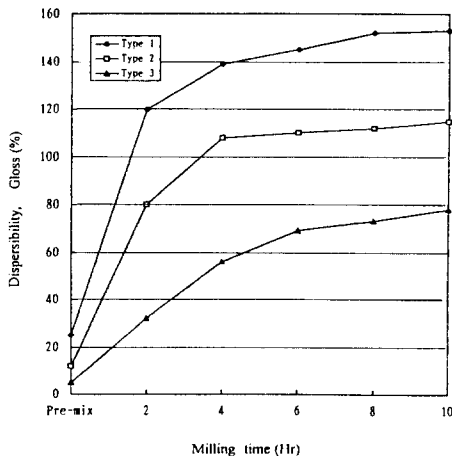
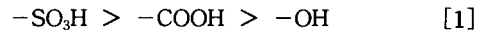


Fig. 1. Dispersibility of metal powders as a function of milling time and functional groups in various vinyl system binders. The ratio of metal to binder is 5 : 1 and the functional group of type 1 is -SO₃H, type 2 is -COOH and type 3 is -OH.

의 속도로 milling 하였다. 위의 관능기를 가진 각각의 binder에 따른 metal powder의 분산특성은 Fig. 1과 같다. 그림에서 보는바와 같이 metal powder의 분산성은 -SO₃H 관능기를 가진 vinyl계 binder에서 가장 우수함을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 각 관능기의 -OH기와 의 반응성 및 친수성에 의한 것임을 알 수 있으며, 이는 sulfonic acid (-SO₃H) 관능기가 물과의 표면장력을 크게 낮추는 작용을 하는 것으로 설명되고 있다.[1] 이 문에 따르면 sulfonic styrene(SO₃H) 함량이 증가할수록 물과의 표면 장력이 저하되며, 그 함량이 0.5~0.8 mol % 일때 최대의 분산효과를 내고, 이때 -SO₃H와 -OH 관능기의 물과의 표면장력은 각각 4 × 10³ N/m와 12 × 10³ N/m로 보고되고 있다.[2]

Fig. 1의 결과로 부터 관능기 종류에 따른 자성 철 분말의 분산성은



의 관계가 있으며 이는 각 관능기와 물의 상호 표면장력 차이에 기인한 것으로 예측되며, 이 결과는 Nakamae [2], 渡谷 [3] 등의 보고와 일치하고 있다.

2. Polyurethane binder의 종류에 따른 분산

Polyurethane(이하 PU로 표기함) binder는 자성체와 binder의 분산 및 PET film과 첨가제들과의 접착력에 중요한 역할을 하는 원료이다. 초기의 video tape는 비교적 큰 입자의 분산(BET 30 m²/g 이하)을 필요로 하였기 때문에 PU binder의 분산성은 크게 중요시되지 않았다. 그러나 최근 고밀도 기록을 위한 초미립 자성체의 적용에 따라, PU binder도 단순 접착력을 위한 binder로 부터 분산을 직접 담당하는 분산 binder로서 그 역할이 변화되고 있다. 실험에 사용된 PU binder는 -SO₃Na 관능기 함유량에 차이가 있는 두 종류의 PU (type 1, 2)와 관능기를 가지지 않는 한 종류의 PU (type 3)이며 이들의 분산성을 비교 측정하였다. Metal powder와 위 PU binder의 비는 모두 5 : 1로 하였으며, 가압식 kneader에서 2시간 kneading후 고속 교반기에서 pre-mix 하고 gain mill을 이용하여 milling 하였다.

Fig. 2는 milling 시간에 따른 metal powder 분산에 미치는 각 PU binder의 영향을 나타낸 것이다. 그림에서 보는바와 같이 분산성을 강화하기 위한 관능기(-SO₃Na)의 함유 여부에 따라 분산성은 매우 큰 차이를 보이고 있으며, 이로서 초미립 metal powder의 분산을 위해서는 type1, 2와 같은 관능기의 도입에 의한 분산성

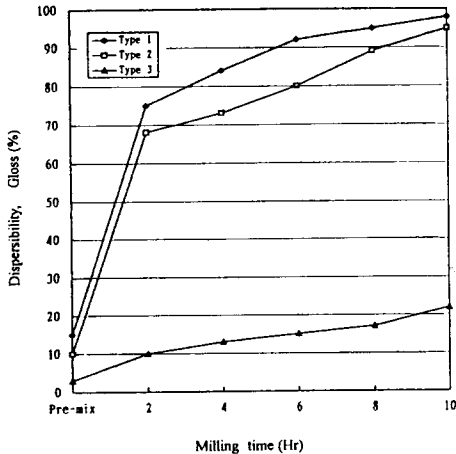


Fig. 2. Dispersibility of metal powder as a function of milling time and functional groups in various vinyl system binders. The ratio of metal to binder is 5 : 1 and the functional group of type 1 is 2-SO₃Na, type 2 is -SO₃Na(the contents is 1/2 of type 1) and 3 is none.

이 향상된 PU binder의 적용이 필요함을 알 수 있다. PU binder 속의 위 -SO₃Na 관능기의 역할은 vinyl계 binder에서와 동일하게 자성체와 binder 사이의 표면장력을 낮춤에 기인하는 것으로 판단된다. 위 실험에서 type 1의 관능기(-SO₃Na) 함량은 type 2의 2배이다. 위 결과로부터 관능기를 함유하지 않는 type 3 대비 type 1, 2 binder는 약 5~8배의 높은 분산성을 보이고 있으며, type 1과 type 2 사이는 큰 차이가 없었다. 이와 같은 type 1, 2가 분산성에 있어서 큰 차이가 없는 것은 type 2가 가지고 있는 -SO₃Na 함량이 자성체에 흡착되기 위한 포화점 근처임을 알 수 있으며, 이는 각 관능기의 mol %와 자성도료의 분산성에 대한 角谷, 松木 등의 보고로부터 유추 가능하다[1], [4]. 이때 각 관능기는 포화치 이상에서 모두 더 이상의 분산성 향상이 없는데, 이것이 관능기 함량이 많은 type 1에서 분산성이 크게 증가하지 않은 이유로 판단되며, 그 이유는 각 관능기간의 상호작용과 binder 자체의 물성 변화에 기인하는 것으로 판단되나, 이는 명확히 밝혀져 있지 않다.

한편, PU binder는 분산성과 동시에 접착력, 그리고 내구성, 강도, 카렌다성, 경화성, 유연성 등 여러가지 복합적 기능을 필요로 한다. 이러한 사항을 검토하기 위해서는 vinyl계 binder와의 적절한 배합과 동시에 PU binder의 유리 전이 온도(Tg), 항복 강도, 연신율 등의

복합적 고려를 필요로 하게 된다. 그런데 type 1의 경우는 Tg가 73~77 °C로 경화성 및 카렌다성, 유연성 등에서 문제가 제기되고 있으므로 type 1에 비하여 분산성이 크게 떨어지지 않으면서 위의 제 특성을 향상시키는데 적합한 것으로 생각되는 type 2의 PU binder를 앞으로의 모든 실험의 PU binder로서 적용하였다.

3. 자성체/ Binder 비에 따른 분산 및 제특성의 변화

자기 tape는 자성체의 자기적 특성에 의하여 신호를 재생하는 system 이기 때문에, 단위 부피당 자성체의 함량이 증가할수록 신호의 충실도는 증가한다. 그러나, 자성체 함량이 과도하게 증가하면, 자성체에 흡착되는 binder 량이 감소하게 되고, 이로서 tape 내구성에 치명적 영향을 미치게 된다. 그러므로 최대의 분산효과를 가지면서 tape의 모든 특성의 개선을 위하여 자성체 /binder의 비 (pigment /binder ratio)는 매우 세심히 연구되어야 하는 부분이다. 여기서는 -SO₃H 기를 포함하는 vinyl계 binder와 PU binder (type II)를 1 : 1로 혼합하여 이를 total binder량으로 하였으며, 자성체와의 비율 4.5 : 1 ~ 6.5 : 1까지 0.5 단위로 변화시키면서 분산성 및 제특성의 변화를 측정하였다. kneading후 milling이 완료된 도료는 경화제를 binder 대비 20 % 투입하여 filtering 과정을 거쳤다. coating시 배향자석은 3,500 Gauss (간극 10 mm)의 영구자석이 사용되었으며, calender 조건은 온도 85 °C, 선압 280 kg/cm의 동일 조건으로 하였다. 또한 전자 변환 특성 등 실제 테이프의 주행 특성을 측정하기 위하여 연마제로서 평균 입도 0.2 μm의 α-AL₂O₃

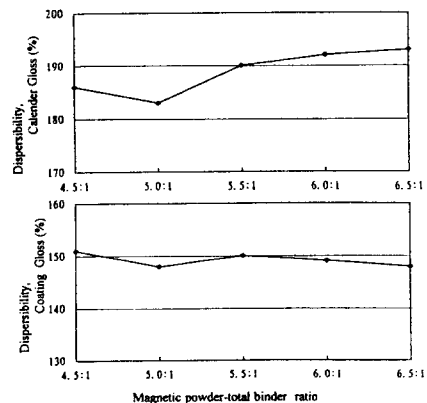


Fig. 3. Dispersibility of metal powder as a function of magnetic powder-total binder ratio. (vinyl : polyurethanebinder = 50 : 50)

가 사용되었으며, 윤활제는 탄소수 C₁₄의 지방산(fatty acid)과 선형 지방산 에스테르(linear type fatty acid ester)가 자성체 대비하여 각각 1.75 PPH(parts per hundred), 1.0 PPH 사용되었다. Fig. 3은 위의 조건으로 분산, coating된 도료의 분산성의 척도가 되는 광택 변화를 나타낸 그림이다. 그림에서 보는바와 같이 자성체와 binder의 비가 4.5/1 ~ 6.5/1로 변화함에 따라 coating 광택은 약간 저하하고, calender 광택은 약간 증가하는 경향이 있다. coating 광택의 저하는 상대적으로 binder량이 감소함에 따라 분산성이 미세하게 떨어지기 때문이라고 판단되며, calender 광택이 증가하는 것은 고온, 고압으로 calender시 표면에 자성입자수가 증가할수록 표면의 평활도가 증가하여 광택이 증가하는 것으로 판단된다.

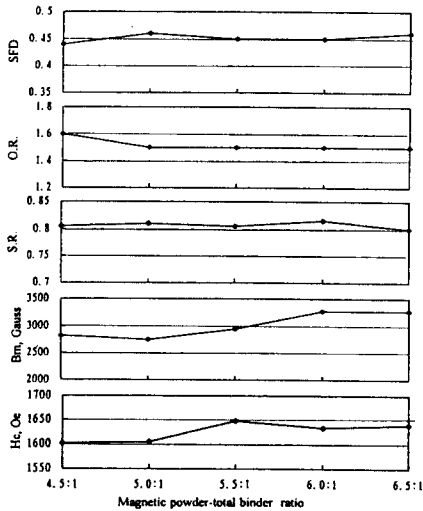


Fig. 4. Magnetic properties of metal tapes as a function of magnetic powder-total binder ratio(vinyl : polyurethane binder = 50 : 50), where Hc = coercive force, Bm = saturation magnetization, S.R. = squareness ratio, O.R. = orientation ratio, SFD = switching field distribution.

최적의 자성체 /binder 비를 결정하기 위해서는 분산 특성과 함께 자기특성, 물리특성 및 실제적인 전자변환 특성을 비교할 필요가 있다. Fig. 4는 자성체 /binder비에 따른 각형비, 배향비 등 calender후 자기특성의 변화를 나타낸다. 그림에서 보는바와 같이 항자력은 자성체와 binder비가 증가함에 따라 증가하는 경향이 있으며, 이는

calender시 자성체-binder비가 증가함에 따라 표면 calender 현상이 커지고, 도막 내부의 calender 현상이 감소함으로서 항자력이 증가하기 때문이라고 판단된다. 이때 항자력이 변화하는 것은 calender에 의하여 자성체간 간극이 변화하고 이에 따라 간극에서의 자력선이 변화함으로써 자성체의 항자력이 변화되는 인접 입자 효과에 기인하는 것으로 판단된다. 한편 포화자화는 배향비, 각형비가 일정할 경우 테이프의 전자변환 특성, 즉 출력과 직접적인 관계를 가지기 때문에 가능한한 포화자화 값이 큰 방향으로 조성이 결정되어야 한다. 포화자화는 예상되는 바와 같이 자성체 /binder비가 증가할수록 그 값이 증가하는 경향이 있다. 그림의 자기 특성, 즉 각형비, 배향비, SFD(Switching Field Distribution) 등은 자성체 /binder비에 따라 큰 영향이 없는 것으로 나타났으나, 높은 자성체 /binder비에서 특성이 약간 떨어지는 것으로부터 6.5/1의 비에서 분산성 저하가 있는 것으로 판단된다.

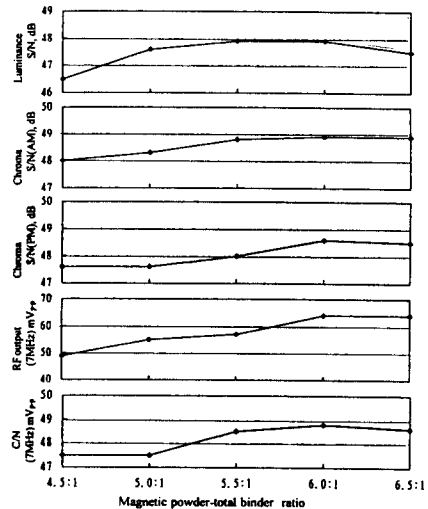


Fig. 5. Electro-magnetic properties of metal powder as a function of magnetic powder-total binder ratio (vinyl : polyurethane binder = 50 : 50)

Fig. 5는 자성체 /binder비에 따른 전자변환 특성의 변화를 나타내었다. 이 결과로부터 최대의 전자변환 특성은 자성체와 binder 비가 6.0/1 근처임을 알 수 있다. 이때 6.5/1의 경우는 6.0/1 대비 더 큰 출력이 예상되었으나, 실제 특성이 저하되는 것은 자성체량이 과도하게

증가함에 따라 binder의 도료 고정 지지력(pigment holding power)이 저하되고 이에따라 테이프로부터 탈락되는 분말들에 의한 미세한 head 오염에 기인한 것으로 예상되며, 이에따른 현상으로 일정시간 주행 경우 화면에 오염 현상이 나타났고, 장시간 동안 주행시킬 경우 head 막힘 현상이 일어났던 것으로부터 입증되었다. 즉 Eiling이 주장한 바와같이[5] 자성체와 binder의 상대적 비율을 증대시킴으로서, 자기적 출력 상승에 따른 전자변환 특성의 향상은 한계가 있으며, 본 실험에서는 6.0/1 보다 클 경우에 이 현상이 나타났다. RF 출력(7MHz)과 C/N(carrier to noise ratio) 특성은 head에 직접 신호를 input 하고 head에서 나오는 출력을 검출하여 자기 tape와 head간의 직접적 신호 반응을 측정하는 방법이며 이는 Shibasaku社의 Head In-out System으로 측정되었다. 이밖에도 100% white 신호를 사용한 휘도 출력(luminance output)특성과 color 신호를 이용한 색신호 출력(chroma output)특성은 Digital Storage Scope를 이용하여 측정하였으며 그 결과는 모두 RF output(7MHz)특성과 유사한 경향을 보였다. 이로부터 RF output(7MHz) 단일 주파수 특성과 신호의 전체적인 출력사이에는 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. 위 결과중 각각의 자성체/binder비에서 윤활제 system을 변경하거나, binder의 자체비 즉 vinyl계 binder와 PU binder의 비율 조정함에 의해서, 또는 경화제량을 증량하거나, 연마제량을 증량함 등에 의해서 내구성의 개선이 가능하며, 이로서 더욱 향상된 특성을 가질 가능성이 있다. 그러므로 이에대한 충분한 고려를 통하여 위에서 도출된 자성체/binder 비에 대한 검증이 필요할 것으로 판단된다.

4. Vinyl계 binder 및 PU binder의 혼합 비율에 따른 분산 및 제특성의 변화

위의 실험에서 vinyl계 binder로서 $-SO_3H$ 관능기를 함유하는 binder를 사용하고, PU binder는 $-SO_3Na$ 관능기를 포함하는 유리 전이 온도(Tg) 21~25℃의 PU binder를 사용할 때, 그리고 자성체와 binder비가 6.0/1의 비율을 유지할 때 최대의 분산성과 전자변환 특성을 보였다. 이와 더불어 분산 및 제특성에 중요한 역할을 하는 것이 vinyl계 binder 및 PU binder의 혼합비율(Ba/Bb 비)이다. 이 Ba/Bb 비가 변화함에 따라 분산성 및 접착력 그리고 도료 고정 지지력 등이 변화된다. 본 실험에서는 Ba/Bb비를 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30으로 변화시키면서 분산성, 자기특성, 전자변환 특성을 조사하였다. 분산 과정은 2ℓ 용량의 가압식 kneader로 kneading한후 고속 교반기로 2시간 pre-

mixing 하였으며 2ℓ 용량의 grain mill을 이용하여 10시간 동안 milling 하고, 경화제를 binder량의 20%로 투입하여 2시간 동안 교반하면서 filtering후 coating을 실시하였다.

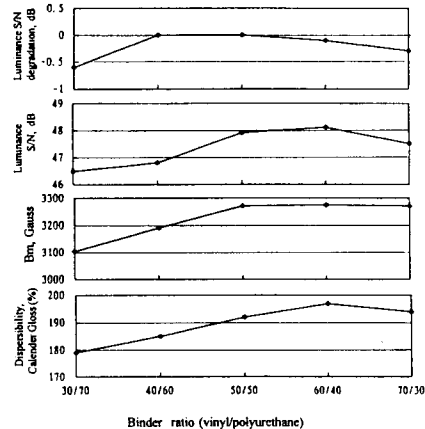


Fig. 6. Electro-magnetic and other properties of metal tape as a function of binder ratio. (vinyl : polyurethane binder)

Fig. 6은 Ba/Bb비에 따른 여러 특성의 변화를 나타낸 그림이다. 그림으로부터 vinyl계 binder량이 증가함에 따라 분산성이 증가하며 이로서 calender 광택이 증가함을 알 수 있다. 또한 분산성 향상에 따라 포화자화 값도 증가하고, 전자변환 특성도 향상되는 경향이 있다. 그러나 Ba/Bb비가 60/40 이상인 경우 휘도 S/N이 시간에 따라 미세하게 저하되는 현상이 발견되었다. 이와같은 휘도 S/N 열화(degradation, level down)는 기록지를 이용하여 휘도 S/N을 연속적으로 15분 동안 측정하고 처음의 휘도 S/N 값과의 차이를 나타낸 것이다. 위의 신호 열화가 일어나면, 미세하게 head 막힘에 의한 화면 불량 발생하고 tape 또한 손상되게 된다. 위 실험 결과에서 Ba/Bb = 30/70의 경우는 분산을 담당하는 vinyl계 binder량이 감소함에 따라 전체적인 분산성이 떨어지는 것으로 판단되며, Ba/Bb = 70/30의 경우는 PU binder량이 감소함에 따라 경화제에 의한 경화 작용이 부족하게 되거나, 도료 고정 지지력이 감소함에 기인하여 신호 열화 현상이 발생하는 것으로 판단된다. 본 실험에서는 B/F과의 접착력을 10g 이상 유지하면서, 신호열화(signal degradation)현상이 없으며, 비교적 높은 신호 S/N비를 가지는 Ba/Bb = 50/50을 최적 조건으로 정하였다.

5. 윤활제 종류 및 함량에 따른 분산 및 제특성의 변화

윤활제는 자기 테이프의 주행성 향상, 마찰계수의 저하, still 특성의 향상, 고온 및 저온 특성의 향상 등 테이프 마찰-마모 현상의 개선을 위한 첨가제이다. 윤활 특성은 테이프의 경화도, 테이프 두께에 의한 강성(stiffness), 테이프의 분산상태, 측정시의 온도 및 습도 조건 등에 영향을 받으며, 그 조성의 작은 변화에도 테이프의 최종 특성에 큰 영향을 미치기 때문에 선택 및 배합에 세심한 배려를 필요로 한다. 자기 테이프에서 주로 사용되는 윤활제는 지방산 및 지방산 에스테르계 윤활제이며, 위 두 가지 종류의 윤활제는 binder와의 상용성, 표면으로의 이행성, 저속 주행성, still 내구성, 가소성 등의 특성을 상호 보완하기 때문에 지방산과 지방산 에스테르계가 혼합되어 사용된다. Aoyama 등의 연구에 의하면 일반적으로 윤활제는 자성체 표면에 대부분 흡착하며(약 75%), binder에 용해되는 성분(약 12%)을 제외하면, 자유 상태(free state)로 직접적 마찰에 작용하는 성분은 전체 윤활제량 중 소량(약 12%)인 것으로 알려져 있다.[6] 그러므로 초미립자의 경우는 비표면적이 크기 때문에 일반적으로 사용되는 윤활제량에 비하여 그 량을 증대시킬 필요가 있다. 그러나 binder system의 종류, 윤활제의 종류 및 자성체 표면의 성질에 따라 윤활제의 분포는 변화하기 때문에 실제 실험을 통하여 최적의 윤활제 system 조성을 결정할 필요가 있다.

본 실험에서는 C₁₄ 지방산과 지방산 에스테르를 system I으로, C₁₈ 지방산과 지방산 에스테르를 system II로 하여 두 system의 특성을 상호 비교하였으며, 각 system에서 최적의 윤활 특성을 가지는 조성에 대하여 조사하였다. 이때의 실험조건은 위에서 결정된 최적 조건인 자성체/binder비 6.0/1, vinyl계 binder/PU binder비 50/50의 조건으로 하였다. 이때 각각의 윤활제 system은 지방산 에스테르 윤활제의 조성을 고정하고 지방산을 조절하면서 실험하였다. 즉 system I에서는 0.25 간격으로 0.25 PPH까지 변화하면서 실험하였으며, system II에서는 동일한 방법으로 C₁₈ 지방산 조성을 변화시키면서 마찰계수 등의 제 특성을 조사하였다.

Fig. 7은 지방산 윤활제량에 따른 각 system의 마찰계수를 나타낸 것이다. C₁₄ 지방산을 사용한 system I의 경우는 첨가량에 따라 큰 폭의 마찰계수의 감소나 증가 현상이 관찰되지 않았다. 이는 C₁₄ 지방산의 표면 이행성이 뛰어나 소량에 의해서도 기본적인 마찰 특성을 보이는데에 기인하는 것으로 판단된다. system II의 경우는 C₁₈ 지방산량이 증가함에 따라 급격한 마찰계수의 감소가 일어나며 2.00 PPH 이후에는 일정함을 알 수 있다. 일반적

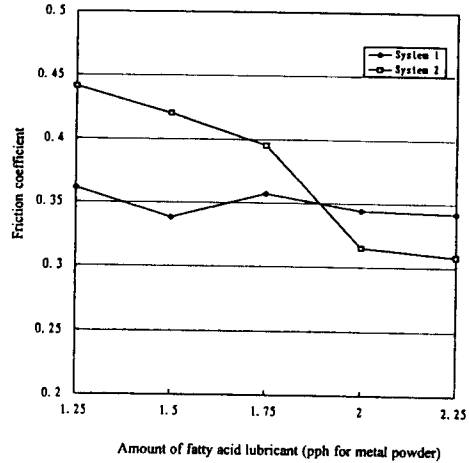


Fig. 7. Friction coefficient of metal tape as a function of fatty acid amount added in C₁₈ fatty acid ester, where system 1 is C₁₄, system 2 is C₁₈ fatty acid lubricant.

으로 윤활제량이 증가함에 따라 마찰계수가 감소하다가 다시 증가하는 “U-shape” 거동을 보이나,[6] 본 실험에서는 마찰계수의 재 증가 현상은 없었다. 위 두 system의 결과로부터 지방산의 표면 이행성은 C₁₈의 경우가 C₁₄ 지방산의 경우보다 낮음을 알 수 있다. Fig. 8은 두 system의 head 오염과 관련된 휘도 S/N의 시간에 따른 특성

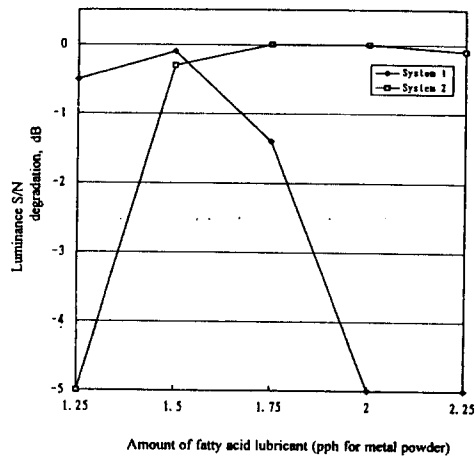


Fig. 8. Luminance S/N degradation of metal tape during 15 minutes as a function of the amount of fatty acid added in C₁₈ fatty acid ester, where system 1 is C₁₄, system 2 is C₁₈ fatty acid lubricant.

저하(신호열화) 현상을 조사한 것이다. 이 그림에서 -5 dB는 주행 시작후 즉시 head 오염이 일어나 신호 출력을 측정할 수 없는 경우이며, 신호 열화는 15분 동안 연속적으로 휘도 S/N을 측정하여 초기 휘도 S/N과의 차이를 측정하는 것이다. 이 결과로부터 윤활제 system I (C₁₄ 지방산)의 경우는 지방산 첨가량이 1.25 ~ 1.75 PPH의 범위에 있어야 함을 알 수 있으며, 윤활제 system II (C₁₈ 지방산)의 경우는 지방산 첨가량이 1.75 ~ 2.00 PPH에서 안정된 윤활 효과를 보임을 알 수 있다. 이로부터 전체적인 윤활제 첨가량은 C₁₄ 지방산 윤활제가 C₁₈의 경우보다 적어도 됨을 알 수 있다. 그러나, 윤활제 system I의 경우에는 가장 좋은 마찰특성을 나타내는 1.50 PPH의 조건에서도 head 오염에 의한 시간에 따른 신호출력의 미세한 저하현상을 보이기 때문에 윤활제 system II의 적용이 필요함을 알 수 있다.

IV. 결 론

자기 테이프의 초미립 자성철 분말의 분산거동 및 전자변환 특성에 미치는 여러가지 원료들의 최적 조성이 조사되었다. 이로부터 vinyl계 및 polyurthane binder 모두 -SO₃H 및 -SO₃Na와 같은 고분산능을 가진 관능기 (functional group)를 포함하는 원료의 사용이 필요함을 알 수 있었다. 자성체와 binder 비는 6 : 1 근처에서 자기 특성, 전자변환 특성등의 자기 테이프 제 특성이 최대값을 나타내었으며, vinyl binder와 PU binder 비는 50 / 50에서 최적의 특성을 보였다. 윤활제는 C₁₈ 지방산 에스테르 1.0 PPH 사용시 C₁₄ 지방산 윤활제는 1.25 ~

1.75 PPH, C₁₈ 지방산 윤활제는 1.75 ~ 2.00 PPH 사용시 최대의 윤활 특성을 보였다. 이와같은 결과는 일부 factor들의 조합으로 얻어진 결과이기 때문에 기본적인 조성이 결정된 후, 최적의 특성을 얻기 위한 보다 많은 인자들과 그들간의 상관관계를 밝히는 실험이 계속되어야 하며, 이를 통하여 초미립 자성 철 분말을 이용한 자기 테이프 특성은 지속적으로 향상될 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 角谷 賢二, 平山直人, 高分子 論文集, Vol. 41, No. 5. p273 ~ 278 (May, 1984)
- [2] K. Nakamae, K Sumiya, Progress in organic coating p143 ~ 157. 12 (1984)
- [3] 渡谷 誠治, 角谷 賢二, 高分子 論文集, Vol. 35, No. 9, p565 ~ 571 (Sept. 1978)
- [4] 松本恒隆, 色林 協會誌, 58[4] p211 ~ 219. (1985)
- [5] A. Eiling, IEEE Transaction on Magnetics, Vol. 26, No. 6, NOV. p3173 ~ 3178 (1990)
- [6] S. Aoyama, M. Kishimoto, IEEE Transaction on Magnetics, Vol. 27, No. 2, March p791 ~ 794 (1991)
- [7] A. Kuroe, H. Makae, 電子 情報 通信 學會誌. Vol J 72-C-11, No 12, DEC. (1989)
- [8] 田中久一郎 等, 總合 技術 資料集, 磁氣, テ-プ-ヘッド 走行系の 摩擦, 磨耗 とトテブル 對策, 工學 情報 センタ- 出版部 p173 ~ 180, 222 ~ 237, 28 ~ 43. (1987)

Effect of Binders and Additives on Magnetic and Physical Properties of Ultra Fine Metal Particle Tape

Jooho Kim

Research Laboratory, Magnetech, LG Electronics Inc. Cheongju, 360-480

Kiho Kim

Department of Materials Engineering, Chungbuk National University Cheongju, 360-763

(Received 10 January 1996, in final form 5 March 1996)

Dispersion behavior was investigated as functions of species and amount of additives, binders, abrasives, lubricants, etc.. Dispersibility and other various properties were affected by the functional groups of binders. Friction coefficient and surface roughness of tape were changed with lubricants, therefore durability of magnetic tape was varied. As a result of above investigations, we concluded that dispersion behavior of particles was very sensitive for obtaining maximum properties of metal particle tape.