

Cr₅S₆ 단결정의 자기저항 효과

이경동 · 송기명 · 허남정 *

인하대학교 물리학과, 인천시 남구 용현동 253, 402-751

(2010년 11월 12일 받음, 2010년 12월 13일 최종수정본 받음, 2010년 12월 14일 게재확정)

우리는 증기전달법(vapor transport method)으로 성장된 Cr₅S₆ 단결정의 자기저항 효과를 연구하였다. 상온에서의 X-선 회절(X-ray diffraction) 연구는 삼방구조(trigonal structure)를 가지는 단결정의 상 형성을 보여주었다. 5 K~400 K 온도영역에서 온도의 함수로 자기장(0.1 T, 5 T)을 걸어주면서 자화를 측정하였다. 자화의 온도의존성 결과로부터 Cr₅S₆의 두 가지 상태변화를 확인할 수 있었다. 첫 번째는 150 K 근처에서 반강자성에서 준강자성으로의 전이가 일어나고, 두 번째는 준강자성에서 상자성으로의 전이가 300 K 근처에서 일어난다. 0 T와 5 T의 자기장에서 측정한 온도에 따른 저항의 변화는 150 K 근처에서 반강자성-준강자성 전이를 보여주면서 금속성을 보여주었다. 자기장의 변화에 따른 자화의 변화를 고정된 온도(100 K, 150 K, 200 K, 그리고 300 K)에서 측정하였다. 200 K과 300 K에서는 *M-H* 이력 현상을 잘 보여주는 반면에, 100 K과 150 K에서는 이력 현상을 보여주지 않았다. 150 K, 즉 반강자성 전이온도에서 Cr₅S₆는 5 T의 자기장 하에서 약 -2%의 음의 자기저항(magnetoresistance)이 관찰되었다.

주제어 : Cr₅S₆ 단결정, X-선 회절, 자화, 자기저항

I. 서 론

최근 La_{1-x}Sr_xMnO₃와 같은 페로브스카이트(perovskite) 구조를 가지는 망간 산화물, 또는 이와 유사한 구조를 가지는 산화물의 거대 자기저항(Colossal magnetoresistance, CMR) 성질에 대한 연구들이 많이 보고되었다[1-4]. 이러한 특별한 자기저항 현상은 특정 온도 영역에서 시료에 자기장을 가해 주면 저항이 감소하게 되는데, 그 정도가 저항값의 차수가 바뀌는 정도까지 이른다.

CMR 효과의 원인에 대한 연구들의 대다수가 망간 산화물에서의 Mn³⁺/Mn⁴⁺ 혼합 원자와 같은 혼합 원자가 계(mixed valence system)에서의 이중교환 기작(double-exchange mechanism, DE)에서부터 기인한다고 한다[5, 6]. 하지만 이후의 연구에서는 강한 전자-포논 상호작용에서부터 야기된 격자 폴라론이 매우 중요한 역할을 한다고 보고되었다. 특히, Mn *d* 레벨의 Jahn-Teller 갈라짐에 의한 격자 왜곡이 매우 중요하다고 주장되어왔다.

이러한 CMR 산화물에 대한 집중적인 연구에도 불구하고, 황화물의 CMR 효과에 대한 연구는 충분히 되지 못했다. 몇몇 3원자 스피넬 구조의 황화물, 이를테면 HgCr₂S₄[7], Cu가 도핑된 FeCr₂S₄[8]와 같은 물질들이 CMR 효과를 보인다고 보고되었고, 이러한 물질들의 혼합 원자가 망간 산화물에서의 이중교환 기작으로 설명이 될 수 없었다. 특히, HgCr₂S₄에서의 CMR 효과는 강자성 전이온도 근처에서 자기장에 의해

스핀-무질서 산란 (spin-disorder scattering)이 감소하는 것으로부터 나온다고 생각되었다. 또한 자기저항 효과는 2원자 황화물인 NiS[9], Fe이 도핑된 MnS[10], Cr₂S₃[11-13] 등에서도 많은 연구가 되었다. 그러나 이러한 2원자 황화물의 연구들에서는 자기저항 효과의 기원에 관한 의견의 일치가 되지 못하였다.

이전까지 수행된 크롬 황화물에 관한 실험들, 특히 Cr₅S₆에서의 자기적, 전기적 특성에 관한 연구들은 대부분의 연구가 다결정 시료를 사용하여 이루어 졌다. 또한 Cr₅S₆의 물리적 성질에 대한 연구보다는 자기 및 결정 구조, 자기적 이방성에 관한 연구들이 더 많았으며, 전기적 특성에 대한 연구 결과에 대한 보고들에서도 자기장 하에서 측정한 결과를 보이는 연구는 수행된 바가 없다[14-18]. Cr₅S₆의 결정구조에 관해서는 Jellinek의 연구 결과에 잘 나타나 있다[14]. Cr₅S₆는 *a* = 5.982(2), *c* = 11.509(3)의 격자상수를 갖는 공간군 P-31c의 삼방구조로서 층상 구조로 되어있다. *c*-축에 수직인 방향으로 배열된 크롬 원자간의 거리와 평행인 방향으로 배열된 크롬 원자간의 거리가 다르고, 황도 같은 경향으로 배치되어 있음으로 인해 결정구조에 비등방성이 나타나는 것이라고 한다. 또한, 준강자성 온도영역과 반강자성 온도영역에서의 자기스핀 배열에 관한 연구가 van Laar[15]에 의해 보고되었다. 상자성에서 준강자성으로의 전이가 약 300 K 정도의 온도에서 일어나고, 준강자성에서 반강자성으로의 전이가 약 150 K에서 일어나게 되는데, 준강자성 전이온도(ferrimagnetic transition temperature, *T_c*) 이하의 온도영역에서는 대부분의 스핀들이 각각의 층에서 반강자성적으로 띠고 있으면서 크롬

*Tel: (032) 860-7651, E-mail: nhur@inha.ac.kr

원자의 빈자리가 있는 층과 없는 층이 교대로 나타남으로 인해 준강자성 상태가 되고, 반강자성 전이온도(antiferromagnetic transition temperature, T_N) 이하의 온도영역에서는 스핀들이 c -축을 따라서 나선형 구조를 띠게 되어 반강자성 상태가 된다고 한다. 자기적, 전기적 특성에 관한 연구는 Yuzuri[16] 등에 의해 수행되었는데, 상온에서 단축 방향으로 압력을 가해준 직후에 측정된 자기적 특성의 변화를 보여줌으로써 전이온도 이하에서 Cr_5S_6 가 준강자성적 성질을 보이는 원인에 대해 논의하였다. Kamigaki[15] 등의 연구에서는 주어진 압력 하에서 측정된 자화를 통해 전이온도의 변화를 관찰하였다. 즉, 시료에 가해지는 압력이 증가할수록 T_C 는 낮아지고, T_N 은 높아지게 되면서 결과적으로 준강자성적 특성을 나타내는 온도영역이 좁아지게 된다고 한다.

CMR 현상을 보이는 대표적인 망간 산화물인 $LaMnO_3$ 의 경우, $3d$ -orbital에 전자가 4개인 Mn^{3+} 이온이 존재하게 되는데, 여기에 알칼리토류 금속(Ca, Sr, Ba 등)을 도핑시키면, Mn^{3+} 이온들 사이에 $3d$ -orbital에 전자가 4개인 Mn^{4+} 이온들이 공존함으로써 혼합 원자가 계의 이중 교환 기작 현상이 일어나게 되고, 이로 인해 CMR 현상이 일어난다고 한다[1]. Cr_5S_6 의 경우 망간산화물의 전자구조와 매우 유사하다고 볼 수 있는데, 이것은 즉, $3d$ -orbital에 전자가 4개인 Cr^{3+} 이온들 사이에 망간 산화물에서의 Mn^{4+} 이온과 유사한 역할을 한다고 볼 수 있는 Cr^{2+} 이온들이 공존하게 되면서 혼합 원자가 계를 형성하게 되고, 이것으로부터 망간 산화물과 유사한 자기저항 효과를 기대해 볼 수 있다. 또한, 황 이온은 산소 이온에 비해 이온 반지름이 더 크기 때문에, 황화물에서는 산화물보다 공유결합의 정도가 더 커지게 되면서 산화물과는 다소 상이한 결과를 보일 수 있다. 본 연구에서는 $3d$ monosulfide 물질인 크롬 황화물 단결정 시료를 사용하여 자기장에 따른 전기적, 자기적 특성의 변화에 관한 연구결과를 토대로 망간 산화물과의 유사성과 차이점을 논의하였다.

II. 실험방법

다결정 Cr_5S_6 는 초기물질 Cr과 S를 석영관에 봉인한 후 1000 °C에서 24시간 소결하여 만들어진다. 황은 녹는점과 끓는점이 낮으므로(녹는점 ≈ 155 °C, 끓는점 ≈ 444 °C), 소결과 정에서 액화되었다가 응고된 시료를 재소결하여 초기물질들이 모두 반응할 수 있도록 해 준다.

실험을 위한 단결정 시료는 증기 전달법을 사용하여 만들었고, 전달물질(transport agent)로는 고체 요오드(iodine)가 사용되었다. 증기 전달법은 만들어진 다결정 시료와 고체 요오드를 진공 석영관에 봉인하여 양 끝을 각각 1000 °C, 900 °C가 되도록 유지시키면 높은 온도 영역에 있던 다결정 가루들

이 전달물질에 의해 증기 상태로 낮은 온도(약 900 °C)쪽으로 이동하여 단결정으로 성장하는데 약 7일 정도 후에는 낮은 온도 영역에서 약 0.5 mm 크기의 단결정이 만들어지는 것을 확인할 수 있다.

다결정 Cr_5S_6 의 성분 분석을 위하여 X-선 회절실험(X-ray diffraction, XRD)을 하였다. 크롬 황화물의 경우 성분비에 따른 종류가 매우 다양하고(CrS , Cr_2S_3 , Cr_3S_4 등), 비슷한 질량 비율을 가진 크롬 황화물들은 XRD 피크 위치가 서로 비슷한 경향을 보이므로, 실리콘 분말을 섞은 시료의 회절실험을 함으로써 만들어진 Cr_5S_6 의 성분을 정확하게 분석할 수 있다.

Cr_5S_6 의 물성은 PPMS(Physical Property Measurement System) 장비를 사용하여 측정하였는데, 온도 범위는 5 K~400 K, 가해진 자기장의 범위는 -5 T~5 T이다.

III. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 Cr_5S_6 다결정 시료와 분말 Si의 X-선 실험을 보여주는데, 유사한 성분비로 만들어질 수 있는 크롬 황화물들과의 정밀한 비교를 위해 실리콘 분말로 섞어서 실험을 하였다. Fig. 1 안쪽의 작은 그림은 가로 길이가 약 0.5 mm 정도 되는 단결정 시료의 사진인데, 사진에 보이는 넓은 면이 ab -면이다.

전이온도 근처에서의 물성의 변화를 관찰하기 위해 온도의 변화에 따른 자기적 특성과 전기적 특성의 변화를 측정할 그림이 Fig. 2이다. Cr_5S_6 단결정의 자화(magnetization, M)를 측정한 Fig. 2(a)에서 볼 수 있듯이, 전이온도 근처에서 자화의 크기가 크게 변화하는 것을 볼 수 있다. 즉, 온도를 내림에

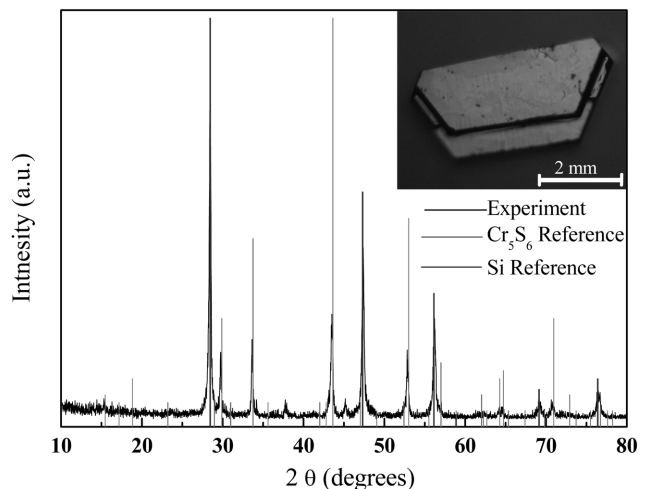


Fig. 1. The powder X-ray diffraction pattern of polycrystalline Cr_5S_6 specimen. The inset shows the picture of Cr_5S_6 single crystal which exhibits ab -plane of the crystal.

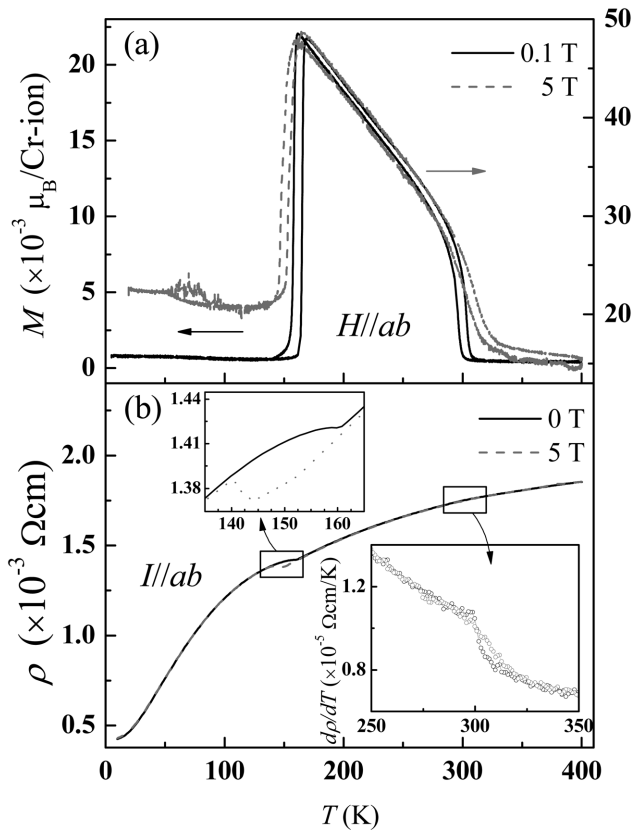


Fig. 2. Temperature dependence of (a) magnetization and (b) resistivity for Cr₅S₆ single crystal in different magnetic fields. Solid and dashed lines represent 0.1 T (or 0 T) and 5 T data, respectively. Magnetic field was applied to the direction perpendicular to the *c*-axis. The upper inset of (b) is enlarged figure around antiferromagnetic transition temperature *T_N* and the lower inset represents *dρ/dT* data around ferrimagnetic transition temperature *T_C*.

따라 상자성에서 준강자성으로의 전이가 300 K 근처의 *T_C*에서 일어나면서 자화가 서서히 증가한다. 또한, 약 150 K 정도의 *T_N* 아래로 온도가 감소하면서 자화가 급격히 감소한다. 이 현상들은 기존의 연구결과와 잘 일치한다[19]. 이와 더불어, 이전까지의 연구에서 수행되지 않았던 자기장의 효과에 대한 연구를 위해 고자기장 하에서 시료에 나타나는 자기적, 전기적 변화를 측정하였고 그림에서 적색 점선으로 표시하였다. 단결정의 *c*-축에 수직인 방향으로 자기장을 5 T까지 인가하게 되면, *T_C*는 높아지고, *T_N*은 낮아지게 되는데, 이는 준강자성을 띠는 온도 영역이 넓어짐을 보여준다. 상자성 영역에서 *T_C* 근처까지 온도가 낮아지게 되면 스핀의 배열이 준강자성적으로 변화하는데, 자기장이 이러한 스핀의 배열을 돕는 형태가 되어, 자기장이 적게 인가되었을 때보다 더 높은 온도에서도 스핀의 배열이 준강자성적으로 바뀌게 된다. 자기장의 영향으로 *T_C*가 높아지는 것에 더불어 준강자성 전이가 넓은 온도영역에 걸쳐 일어나는 것을 확인할 수 있다. 또한, 준

강자성 영역에서 온도가 *T_N*에 가까워지면 스핀들이 전체적으로 *c*-축을 따라서 나선형으로 배열하게 되는데[15], 이러한 현상의 결과로 방향이 다른 모든 스핀이 서로 상쇄되어 반강자성을 띠게 된다. 자기장은 반강자성적 스핀배열보다 준강자성적 스핀배열을 선호하는 경향이 있으므로, 자기장 5 T 하에서 *T_N*이 더 낮아져 준강자성 온도영역이 넓어진다. 이 결과는 시료에 가해진 압력이 증가하게 되면 *T_C*가 낮아지고 *T_N*이 높아지게 되어 결과적으로 준강자성 온도영역이 좁아진다는 Kamigaki 등의 연구결과와 반대의 경향을 보인다[20]. 즉 자기장을 단결정의 *c*-축에 수직 방향으로 걸어주는 효과와 다결정 시료에 강한 압력을 균일한 방향으로 걸어주는 효과가 정 반대의 결과를 보인다.

자기적 구조가 전기적 특성에 미치는 영향에 대한 연구를 위해 시료에 자기장이 걸리지 않았을 때와 단결정의 *c*-축에 수직인 방향으로 자기장이 5 T까지 걸렸을 때의 비저항을 비교한 그림이 Fig. 2(b)이다. 자화 곡선과는 달리 *T_C*가 뚜렷하게 나타나지 않는 것을 볼 수 있는데, 비저항을 온도에 대해 미분한 그림(Fig. 2(b) 안쪽의 작은 그림, 아래)에서는 자화 데이터와 유사하게 *T_C*가 높아지고 준강자성 전이 폭이 넓어짐을 확인할 수 있다. 또한 자기장이 걸림에 따라 *T_N*이 약 20 K 정도 낮아지게 되어(Fig. 2(b) 안쪽의 작은 그림, 위) 자화 데이터에서의 자기장 효과와 일치함을 알 수 있다. 자기장에 의한 *T_N*의 변화에 의해서 150 K 근처에서 자기장이 5 T일 때 약 2%의 자기저항(magnetoresistance, MR)이 나타나고 있다. 자기장의 영향으로 *T_C*와 *T_N* 모두 자화에서의 경우와 같은 형태로 변화하는 것을 확인할 수 있고, 이것으로부터 자기장에 의한 시료의 자기적 성질이 전기적 특성에도 매우 밀접하게 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 이와 같은 자기장의 효과에 의한 보다 상세한 연구를 위해서 온도가 고정된 상태에서 시료에 걸리는 자기장의 크기를 변화시킴으로써 인한 자기적, 전기적 특성의 변화를 관찰하는 것이 필요하다.

Cr₅S₆ 단결정 시료의 자기장에 의한 효과를 나타낸 그림이 Fig. 3이다. 자기이력곡선이 측정된 온도는 각각 *T_C* 근처, 준강자성 영역, *T_N* 근처, 그리고 반강자성 영역중에서 하나씩 고정하였으며 자기장은 단결정의 *c*-축에 수직인 방향으로 최대 ± 5 T까지 걸어주었다. 자기장에 따른 자화의 변화는 Fig. 3(a)에 나타나 있는 것처럼, 준강자성 온도영역에서 자기장을 변화시켜 주었을 때에는 작은 자기장에서 급격히 자화가 변화하는 것을 볼 수 있는데, 이것은 단결정 시료의 *ab*-면에서 자기장으로 인해 일어나는 준강자성 구역 회전(ferrimagnetic domain rotation) 때문이다. 구역 회전이 끝나고 나면 자기장의 세기가 증가함에 따라 자화가 선형적으로 서서히 증가한다. *T_N* 근처의 반강자성 온도영역(150 K)에서의 자화 곡선은 2 T 정도의 자기장에서 준자기전이(meta-magnetic transition)

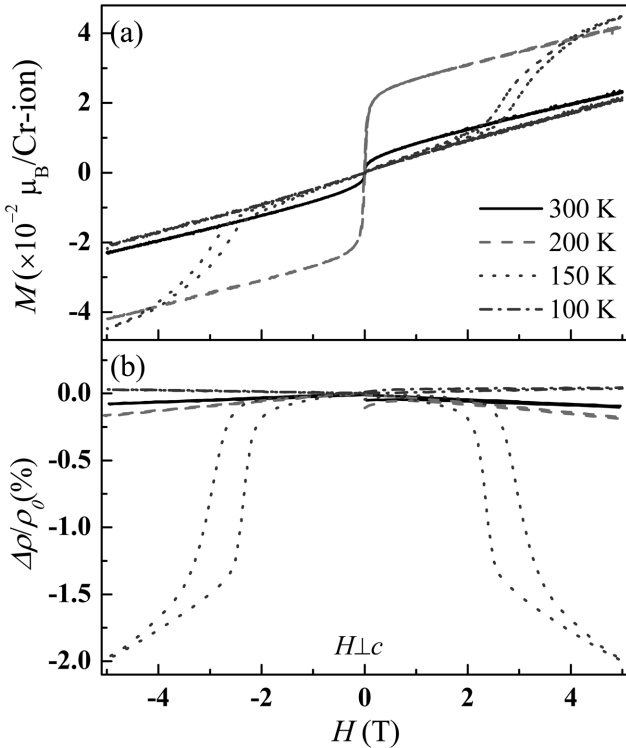


Fig. 3. Magnetic field dependence of (a) magnetization and (b) magnetoresistance at fixed temperatures. Magnetic field was applied to the direction perpendicular to the *c*-axis.

현상을 보이는데, 이것은 반강자성 온도영역에 있는 시료에 자기장을 가해줌으로써 자기장에 의한 준강자성 전이를 나타내는 것을 말한다. 자기장이 5 T까지 걸리게 되면, T_N 이 150 K 이하의 온도로 내려가게 되면서 150 K은 준강자성 영역으로 바뀌게 되며 이것은 Fig. 2(a)의 결과와도 잘 일치하는 것을 볼 수 있다.

자기장에 따른 자기적 특성의 변화가 전기적 특성에 어떤 영향을 미치는지 확인해 보기 위해서 자기장의 세기에 따른 비저항의 변화 (MR)를 측정하였다. Fig. 2(b)의 비저항 데이터에서 간략히 확인할 수 있었던 것처럼, T_N 근처 이외의 온도영역에서는 자기장이 비저항 값에 거의 영향이 미미하고 T_N 근처(~150 K)에서 MR 현상을 보이는데, Fig. 3(a)에서와 같이 준자기전이 현상을 보이고, 그때의 MR 값이 약 -2% 이다(Fig. 3(b)).

이와 같이 저자기장이 걸렸을 때 자기장의 영향으로 인한 자화와 비저항이 어떻게 차이가 있는지 확인하기 위하여 Fig. 4에서 각각의 온도별로 경향을 비교하였다. T_c 근처의 온도영역과 준강자성 온도영역의 그림(Fig. 4(a), (b))에서 확인할 수 있듯이, 준강자성 영역회전으로 인한 저자기장에서의 경향성에서 확연히 차이가 난다. 즉, 약 3000 Oe의 자기장까지 자화는 급격하게 증가하는데 반해서 비저항은 전체 자기장 영

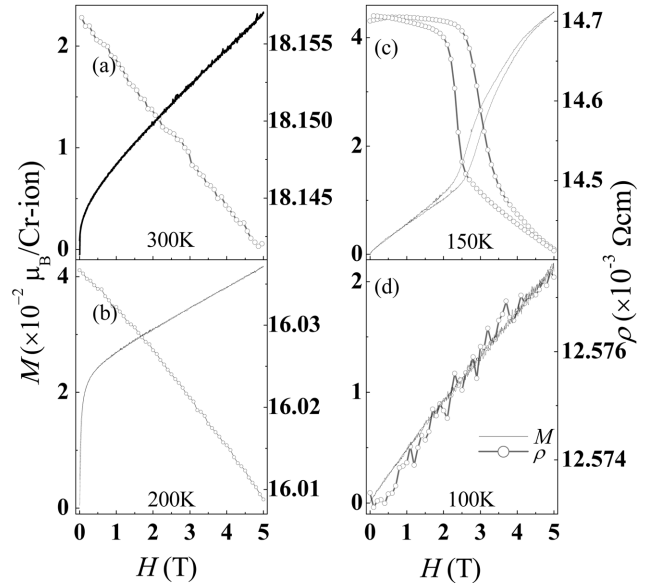


Fig. 4. Comparison of the magnetic field dependence of magnetization and resistivity in Cr_5S_6 at (a) 300 K, (b) 200 K, (c) 150 K, and (d) 100 K with the magnetic field perpendicular to the *c*-axis.

역에서 선형적으로 감소하게 되고, 이것으로부터 준강자성 구역회전은 비저항의 크기 변화에 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있다. Fig. 3에서 보인 것과 동일한 결과로써 T_N 근방의 온도영역(Fig. 4(c))에서는 약 2 T 정도의 자기장에서 준자기전이를 하게 되는데, 비저항도 거의 동일한 자기장에서 큰 변화를 나타내는 것으로 보아, 자기저항이 준자기전이에 의해 나타나는 것을 확인할 수 있다. 반강자성 온도영역까지 내려가면(Fig. 4(d)), 자화와 비저항 모두 자기장의 세기가 증가함에 따라 커지는 것을 볼 수 있다.

망간 산화물에서는 온도가 낮아지게 되면서 상자성 비금속에서 강자성 금속으로 전이를 하는 단계에서 이중 교환 기작에 의해 비저항의 크기가 크게 바뀌고 자기장을 인가 하였을 때 전이온도가 더 높아지게 됨으로써 CMR 현상을 보이게 된다. 이와는 조금 상이하게 Cr_5S_6 에서는 상자성에서 준강자성으로 전이하는 경우, 전이온도 근처에서 비저항의 변화가 거의 없으므로(상자성 금속에서 준강자성 금속으로의 전이) 자기장에 의한 MR 현상이 거의 나타나지 않았다. 이것은 황이온들간의 공유결합이 우세하게 되면서 상자성 영역에서도 금속과 같은 성질만이 나오게 되는 것으로, 자기전이가 비저항의 변화에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다.

IV. 결 론

단결정 Cr_5S_6 의 전기적, 자기적 성질을 측정함으로써, 상자성에서 준강자성으로 전이하는 온도에서는 자기저항이 거의

나타나지 않고, 준강자성에서 반강자성으로 전이하는 온도에서 약 -2% 정도의 자기저항이 나타남을 확인할 수 있었다. 또한, 단결정 시료에 자기장을 걸어줌으로 인해 준강자성 온도영역이 넓어지게 되고, 또한 T_N 근처의 자화와 비저항의 경향성을 분석함으로써 약 2 T 정도의 자기장 하에서 준자기전이 현상을 관찰할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비) 으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음 (KRF-2007-313-C00265).

참고문헌

- [1] X. Hong, A. Posadas, A. Lin, and C. H. Ahn, Phys. Rev. B **68**, 134415 (2003).
- [2] L. Sheng, D. Y. Xing, D. N. Sheng, and C. S. Ting, Phys. Rev. Lett. **79**, 9, 1710 (1997).
- [3] H. Y. Hwang, S.-W. Cheong, N. P. Ong, and B. Batlogg, Phys. Rev. Lett. **77**, 10, 2041 (1996).
- [4] Y. Yamato, M. Matsukawa, Y. Murano, R. Suryanarayanan, S. Nimori, M. Apostu, A. Revcolevschi, K. Koyama, and N. Kobayashi, App. Phys. Lett. **94**, 092507 (2009).
- [5] M. A. Subramanian, B. H. Toby, A. P. Ramirez, W. J. Marshall, A. W. Sleight, and G. H. Kwei, Science **273**, 81(1996).
- [6] J. M. D. Coey, M. Viret, L. Ranno, and K. Ounadjela, Phys. Rev. Lett. **75**, 21, 3910 (1995).
- [7] S. Weber, P. Lunkenheimer, R. Fichtl, J. Hemberger, V. Tsurkan, and A. Loidl, Phys. Rev. Lett. **96**, 157202 (2006).
- [8] A. P. Ramirez, R. J. Cava, and J. Krajewski, Nature **386**, 156 (1997).
- [9] P. Chen, and Y. W. Du, J. Phys. Soc. Jpn. **70**, 1, 209 (2001).
- [10] G. A. Petrakovskii, L. I. Ryabinkina, N. I. Kiselev, D. A. Velikanov, and A. F. Bovina, JELP Lett. **69**, 12, 949 (1999).
- [11] M. Yuzuri, T. Kaneko, T. Tsushima, S. Miura, S. Abe, G. Kido, and N. Nakagawa, J. Phys. **29**, 231 (1988).
- [12] T. Sugiura, K. Iwahashi, K. Horai, and Y. Masuda, J. Phys. Soc. Jpn. **38**, 365 (1975).
- [13] C. F. van Bruggen, M. B. Vellinga, and J. Haas, J. Solid State Chem. **2**, 303 (1970).
- [14] F. Jellinek, Acta Cryst. **10**, 620 (1957).
- [15] B. van Larr, Phys. Rev. **156**, 2, 654 (1966).
- [16] M. Yuzuri and Y. Nakamura, J. Phys. Soc. Jpn. **19**, 1350 (1964).
- [17] T. J. A. Pompa, C. Haas, and B. van Laar, J. Phys. Chem. Solids **32**, 581 (1971).
- [18] M. Koyama, H. Sato, Y. Ueda, C. Hirai, and M. Taniguchi, Solid State Commun. **125**, 243 (2003).
- [19] K. Dwight, R. W. Germann, N. Menyuk, and A. Wold, J. Appl. Phys. **33**, 3, 1341 (1962).
- [20] K. Kamigaki, T. Kaneko, Y. Koseki, S. Abe, and H. Yoshida, Physica B+C **119**, 154 (1983).

Magnetoresistance Effects in Cr₅S₆ Single Crystal

Kyungdong Lee, Kimyung Song, and Namjung Hur*

Department of Physics, Inha University, Incheon 402-751, Korea

(Received 12 November 2010, Received in final form 13 December 2010, Accepted 14 December 2010)

We have investigated the magnetoresistance effect in Cr₅S₆ single crystals prepared by vapor transport method. Room temperature X-ray diffraction (XRD) study reveals the phase formation of the single crystals with trigonal crystal structure. The magnetization was measured as a function of temperature (5 K~400 K) and applied magnetic field (0.1 T and 5 T). The magnetization curve as a function of temperature reveals the two transition states of Cr₅S₆: one from antiferromagnetic to ferrimagnetic state at ~150 K and the other from ferrimagnetic to paramagnetic state at ~300 K. Temperature dependent resistivity at 0 T and 5 T magnetic field shows the metallic behavior, showing the transition from antiferromagnetic to ferrimagnetic state at ~150 K. Magnetic field dependence of magnetization was measured at four fixed temperatures viz. 100 K, 150 K, 200 K, and 300 K. It is observed that at 200 K and 300 K it shows well *M-H* hysteresis behavior, whereas at 100 K and 150 K it shows non-hysteretic nature. A negative magnetoresistance (MR) of -2% is observed at 5 T for Cr₅S₆ single crystal at 150 K, near the antiferromagnetic transition temperature.

Keywords : Cr₅S₆ single crystal, X-ray diffraction, magnetization, magnetoresistance