

Title	NaCl : Mn ⁺⁺ の零磁場分裂の一軸性圧力効果
Author(s)	浦西, 佐々也
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/30076
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

【 1 】

氏名・(本籍)	浦 西 佐 々 也
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 1774 号
学位授与の日付	昭 和 44 年 6 月 25 日
学位授与の要件	理 学 研 究 科 物 理 学 専 攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	NaCl:Mn²⁺ の零磁場分裂の一軸性圧力効果
論文審査委員	(主査) 教授 石黒 政一 (副査) 教授 大塚 穎三 教授 川西 政治 教授 桐山 良一 教授 堀江 忠男

論 文 内 容 の 要 旨

電磁波又はその他の方法により、スピン系に励起されたエネルギーがどのような方法により、熱溜である格子系へ拡散するかということは、物性的にかなり興味ある問題である。Mn²⁺ イオンは 3d 軌道に電子が 5 個つまっていて、その電子状態は S-State である。しかし、Watkins¹⁾、Morigaki²⁾ による NaCl: Mn²⁺ の ESR の実験からは、かなりよく Mn²⁺ のスピンは結晶場を見得ることがうかがえる。本研究ではこの S-State イオンのスピン系と格子系との coupling に興味をもち、一軸性圧力を NaCl: Mn²⁺ 結晶に加えその効果を ESR で測定することにより、これを詳しく調べてみた。なお、Mn²⁺ イオンのアルカリハライド中でのスピン系と格子系との coupling 係数 G_{ij} は現在まで測定されていない。その理由は Mn²⁺ イオンは S-State イオンであって、またこの結晶は塑性変形を起こし易いため大きな弾性変形が望めず、圧力効果は ESR で、はなはだ少ししか観測出来ないからである。本研究では、圧力を液体ヘリウム温度で周期的に加えるという方法により、かなり高精度にその効果を測定することに成功した。G₁₁、G₂₂、G₃₃、としてそれぞれ 2.9, 0.9, -1.9 (10⁻²cm⁻¹/unit strain) の値を得た。(但し、1-, 2-, 3-軸は結晶軸に平行かつ Mn²⁺ と正イオン空位とを結ぶ線に垂直、Mn²⁺ と正イオン空位と結ぶ線に平行、上記二方向に垂直にそれぞれとる。) 他の G_{ij} の値を求める方法として UPR によるものがあるが、技術的困難さのため現在実験可能ではない。また温度変化による結晶格子定数の変化に伴う微細構造の変化も調べてみた。

上記の実験結果を、点電荷モデルの見地から Blume-Orbach³⁾ の理論によって説明し、検討を加えてみた。その際あらかじめ、Mn²⁺ 並びに正イオン空位による、Mn²⁺ イオンの周囲の格子の歪みの状態を調べておく必要がある。クーロン及び斥力ポテンシャルを考慮に入れ格子エネルギーを最小にする条件からこの歪みの状態を計算した。この結果を用い、点電荷モデルでの検

討は、一軸性圧力効果並びに温度変化による効果をかなりよく説明した。これによってアルカリハライド中においてもかなり点電荷モデルが適用可能であるという結論を得た。

- 1) G.D. Watkins, Phys. Rev. **113**. 79 (1959)
- 2) K. Morigaki, M. Fujimoto and Itoh, J. Phys.Soc. Japan **13**. 1174 (1958).
- 3) M. Blume and R. Orbach, Phys. Rev. **127**. 1587 (1962).

論文の審査結果の要旨

浦西君の論文は、NaCl 結晶中の Mn^{++} イオンについて、スピン系と格子系との結合度を表わす magnetoelastic constant を実験的に求めたものである。この結合常数は、結晶に一軸性圧力を加えて、注目するイオンの周囲の格子に歪を与え、常磁性共鳴吸収の吸収線の shift を測定することにより求まるものであり、この方法によって MgO 中の Mn^{++} や種々の弗化物中の常磁性イオンについて、既に実験がなされている。しかし、アルカリハライド結晶については、次の事情により未だ実験が試みられていない。それは、この結晶が容易に塑性変形をおこすため大きな弾性変形を与えることが困難であり、又この結晶に固溶しうる常磁性イオン Mn^{++} の基底状態が S 状態である故格子歪によるスピン系のエネルギー変化に多くを望むことができない。更にこのイオンの共鳴スペクトルはかなり複雑であって、吸収線の重なり合いが多くしたがって、孤立した吸収線の角度変化の測定も非常に狭い範囲に限られるためである。即ち以上の事情により、吸収線の圧力効果より必要な情報を得るためには、吸収線の shift をかなりの精度で測定しなければならない。

浦西君は液体 He 温度で周期的に一軸性圧力を結晶に加えるいわゆる Modulation Method を採用して、0.1gauss までの精度で吸収線の shift を測定し、NaCl 中の Mn^{++} について、その微細構造の一軸性圧力効果を求め、それより magnetoelastic constant を決定した。又上述の実験結果が Blume-Orbach の理論によって点電荷模型近似でも定性的には説明されることを示した。なお上記の説明に Mn^{++} とこれに付随する空孔の電荷による周囲のイオンの変位を考慮に入れるとよりよい結果が得られることも示している。又温度による一様な収縮、膨張の効果も実験し、一軸性圧力効果との比較検討を行なっている。

以上、本研究は常磁性イオンを含んだアルカリハライド結晶のスピン系と格子系の結合について有用な知見を加えたもので、理学博士の学位論文として十分な価値あるものと認める。