

Title	イットリウム・アルミニウム・ガーネットにおける Co ²⁺ イオンの常磁性共鳴
Author(s)	千葉, 芳明
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/33166
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	ち 千	ば 葉	よし 芳	あき 明
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	第	5	5	8号
学位授与の日付	昭和57年3月16日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	イットリウム・アルミニウム・ガーネットにおける Co^{2+} イオンの常磁性共鳴			
論文審査委員	(主査) 教授 伊達 宗行			
	教授 榎田 孝司	教授 邑瀬 和生	教授 大塚 穎三	
	助教授 本河 光博			

論 文 内 容 の 要 旨

イットリウム・アルミニウム・ガーネット(YAG)は典型的な酸化物として磁性、分光学等の分野で重要な素材として用いられているが、いくつかの常磁性イオンの基礎データが欠けており、その充足が望まれていた。コバルトイオン(Co^{2+})もその一つで、申請者はこれに注目して Co^{2+} イオンをドーピングしたYAG単結晶について、マイクロ液(波長3cm)を用いて常磁性共鳴(Paramagnetic Resonance, ESR)の研究を行った。実験は液体ヘリウム温度から室温までの範囲で、詳細な角度変化の測定を中心に行われた。その結果、得られた知見はつぎの通りである。

(1) Octahedral site の Co^{2+} スピン共鳴

Al^{3+} イオンを置換したOctahedral siteに最も多い Co^{2+} スピンが存在することが明らかとなった。これは[111]軸方向に一軸性の異方性をもつもので、合計4種の各8本の超微細構造を持つセットが見出された。この Co^{2+} の基底状態は有効スピン $S=1/2$ で、得られたg値は、 $g_{\parallel}=6.470$ 、 $g_{\perp}=3.050$ である。

(2) Tetrahedral site の Co^{2+} スピン共鳴

Al^{3+} イオンの一部は、Tetrahedral siteを占めているが、 Co^{2+} イオンがこのsiteにも入ることが明らかとなった。このsiteは[100]方向に一軸性の異方性を持ち、そのg値は $g_{\parallel}=2.446$ 、 $g_{\perp}=2.176$ と求められた。

(3) Interstitial site の Co^{2+} スピン共鳴

本論文の最も重要なポイントはこの共鳴の解析にある。元来が3価のイオンである Al^{3+} を Co^{2+} イオンで置換したことによってcharge neutralityが崩れていることから、これを補償する機構がどん

ものかについてはいくつかの可能性はあるものの全く未知であった。しかし Co^{2+} の濃度を1%にまで上げた所、極めて多数の複雑なESRシグナルが見出され、これを解析した結果、 $g_x=1.94$, $g_y=3.80$, $g_z=5.57$ の主値をもつ計24siteを占める Co^{2+} スピンのものよることが明かとなった。これを解析した結果、2つのTetrahedral site Al^{3+} イオンの中間位置に入ったinterstitial site Co^{2+} スピンの存在が確定した。この結果、YAGは Al_2O_3 と同じくinterstitial Co_2^{+} イオンの存在によってcharge neutralityが保たれている事が明かとなった。この知見は同じくガーネット型の典型的結晶として磁性研究に重要なイットリウム・鉄・ガーネット (YIG) における磁性の高次の理解にも有用なモデルを提供するものである。

論文の審査結果の要旨

ガーネット系の各種化合物の物性は、この物質が磁性材料、あるいはレーザー素子など多くの応用面をも有している事もあってこれまで各種の研究が行われて来ており、これらを母体とした不純物の電子スピン共鳴もかなりの結晶について報告されている。しかしイットリウム・アルミニウム・ガーネット[YAG]における Co^{2+} スピンについてはこれまで研究されていない。

本申請者はこの系について低温から室温まで単結晶の電子スピン共鳴の角度変化を詳細に調べた。その結果、2種の Al^{3+} イオンを置換した位置に入る Co^{2+} スピンの共鳴を見出し、これらのg-テンソル、および超微細構造定数の決定を行った。つづいて本申請者は Co^{2+} スピンの濃度を変えて研究を進めた結果、極めて複雑な、しかし系統的な角度依存性を示す一群の弱い吸収線が Co^{2+} スピン濃度を増加させる事によって現われる事を見出した。これを解析した結果、この吸収は結晶に24個の磁気的に非等価なinterstitial siteに入った Co^{2+} スピン(有効スピン1/2, $g_x=1.94$, $g_y=3.80$, $g_z=5.57$)からくるものであることをつきとめた。これはまた Al^{3+} を Co^{2+} で置換したために生ずるCharge neutralityのズレが、若干の Co^{2+} をinterstitial siteに配する事によって修復されている事を示すものであり、ガーネット系でこれまで知られていなかったcharge neutrality mechanismを初めて明かしたものとして高く評価される。以上のような新らしい知見をもたらした本論文は理学博士の学位論文として充分の価値あるものと認める。