

【 27 】

氏 名	櫻 井 醇 児 さくら い じゅん じ
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 77 号
学位授与の日付	昭 和 39 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 化 学 専 攻
学位論文題目	Ultrasonic Propagation in Nickel and Mn-ferrite at High Magnetic Fields (高い磁場におけるニッケルとマンガンフェライト中の 超音波の伝わり方)
論文調査委員	(主 査) 教 授 高 木 秀 夫 教 授 山 本 常 信 教 授 可 知 祐 次

論 文 内 容 の 要 旨

強磁性体の弾性的性質については数多くの研究があるが、そのほとんどが飽和磁化までの比較的弱い磁場における現象を扱っている。飽和磁化後の強い磁場において里らはニッケル単結晶を用い、磁場の方向や大きさ等により超音波速度と減衰率 (δ) に 10^{-4} 程度のかかなり小さい変化のあることを見出し、Simon はこれを次のように説明した。超音波が強磁性体を通るとき、その速度変化は磁歪による附加的歪によって生じ、またその減衰率は、附加的歪に伴う磁化方向のわずかな回転から渦電流が発生することによるのである。この理論は里らの実験結果をよく説明しているが、里らの実験は部分的なものである。ここにおいて著者は、試料、実験条件を変え、測定精度を上げて広範なデータを求め、あわせて Simon の理論を検証している。

超音波速度を測定するためには、周波数変調方式による超音波共振法の装置を試作し、その音速測定の感度は 5×10^{-6} の高いものである。超音波減衰率の測定にはパルス方式によるスペリー超音波減衰率測定器を用い、その周波数範囲は $5 \sim 65$ Mc/sec である。試料はニッケルのほかニッケル銅合金とマンガンフェライトを用いている。いずれも $[001]$ または $[110]$ 方向に切り出された円筒状単結晶であり、直径 $1.5 \sim 3$ cm, 高さ $1 \sim 1.5$ cm の寸法をもっている。上下の底面は高い平滑度と平行度を要し、数ミクロン以内の精度に仕上げている。超音波は主に横波を用いている。著者が得た主な結果を列挙すると、

- (1) $[001]$ 方向のニッケル単結晶の結晶方位に対して、大きさ一定の磁場の磁場方向を変えると、超音波速度はある結晶方位と磁場のなす角度の余弦で表わし得る変化をなし、主要面においては 2 回対称、4 回対称等の対称性を示す。その比例定数は Simon の理論によると、弾性定数、磁歪定数、飽和磁化の強さ、磁場の強さを含むが、実験値はその理論値とよく一致している。 $[110]$ 方向のニッケル単結晶については里らにより測定されており、著者の測定とよく一致している。
- (2) ニッケル単結晶に対して磁場方向が一定のとき、超音波速度の変化は、 $5 \sim 20$ koe の大きさの磁場範囲で、磁場の大きさに逆比例している。これは Simon の理論と一致している。特別の場合とし

てある磁場方向では超音波速度の変化が実験誤差以内にて認められなかった。これは強制（あるいは体積）磁歪による速度変化がないことを示している。

- (3) ニッケルの単結晶に対して磁場方向を変えると、超音波速度の変化に伴って減衰率も変わる。減衰率は超音波の周波数に対し緩和型を示し、その特性周波数は理論値とよく一致しているが減衰率の実験値は理論値より1桁大きい。この原因について2, 3検討しているが明らかでない。
- (4) ニッケル銅合金についても、ニッケルの場合と類似の変化が観測されている。
- (5) マンガンフェライトは超音波速度に関してはニッケルと類似の変化をするが、ある場合には速度変化がきわめて小さい。このことは、Simon の理論から、これに関与する磁歪定数がきわめて小さいことから了解される。減衰率に関しては、結晶方向に対する磁場の方位を変えても、実験誤差以内で変化がない。これは理論にしたがえば、マンガンフェライトの電気抵抗が、ニッケルとは対照的に桁ちがいに大きく、したがって渦電流がきわめて小さいことで説明される。

参考論文その1は、面心立方格子型であるニッケル鉄・ニッケル銅合金について、弾性定数と広い範囲にわたる組成との関係を求め、原子間の相互作用の観点より論じたもので、この種の研究は余り行われていない。その2およびその3はNaCl型の遷移金属炭化物の熱伝導とホール効果についての研究であり、4族、5族の遷移金属の炭化物につき電気抵抗とホール効果の測定より1帯近似により伝導電子の濃度を求め、その結果、伝導帯は4族炭化物ではほとんど空であり、5族炭化物では1分子当たり約1個の電子で占められていること、また熱伝導度と電気伝導度より求めたウィーデマン・フランツ比の考察により、これらの炭化物では格子による熱伝導が非常に大きいことを導き出している。

論文審査の結果の要旨

強磁性体の弾性的性質については今までに多くの研究があるが、そのほとんどは、磁場をかけると強磁性体の弾性率が増加する現象、いわゆる ΔE 効果に関する研究である。これは比較的弱い磁場において磁区の配列が変化することと密接に関連しており、したがってこれを定量的に理論づけることには限界があった。一方、強い磁場における、すなわち一応磁化飽和したのちの弾性的性質についての研究は少なく、わずかに里らの実験とそれを説明した Simon の理論があるのみである。里らは、ニッケルの単結晶を用いて、超音波の速度と減衰率に、磁場の方向や大きさ等によって、いわゆる ΔE 効果に比べるとかなり小さいが、変化のあることを見出した。Simon はこれを磁歪と、磁化方向の回転による渦電流とによって説明した。ところで、この種の実験では単結晶を用いる必要があり、その結晶方位に対して超音波の入射方向とその振動方向、磁場の方向が問題となり、磁場の大きさおよび超音波の振動数を変える必要があり、測定精度の問題もあって、里らの実験はかなり部分的である。そこで著者は試料、実験条件を変え、測定精度を上げてより広範なデータを求め、あわせて Simon の理論を検討したのである。

試料はニッケルのほか、ニッケル銅合金とマンガンフェライトを採りあげているが、マンガンフェライトはその磁歪定数の一つがきわめて小さい値をもち、電気抵抗は金属と対照的にきわめて大きい値をもち、理論の検討の点から興味深い試料である。測定精度を上げるため、直径 1.5~3.0cm の円筒状の大きい単結晶を製作し、上下の底面の平滑度と平行度は特に精度を上げ、数ミクロン以内に仕上げている。超

音波速度の測定には、周波数変調方式による超音波共振法の装置を試作し、音速測定の感度は 5×10^{-6} 程度の高いものを得ている。この感度を用いることによって次の結果を得ることに成功している。すなわち、ニッケルの単結晶に対し磁場方向が一定のときに、超音波の速度の変化が、 $5 \sim 20 \text{ koe}$ の磁場範囲で、磁場の大きさに逆比例することである。その特殊の場合として、ある磁場方向では磁場の大きさに関係なく速度が一定であることで、このことは強制磁歪が速度変化に影響を及ぼさないことを示唆している。減衰率の測定には $5 \sim 65 \text{ Mc/sec}$ の周波数を用いているが、ニッケルの減衰率はこの範囲の周波数に対し緩和型を示すことを見出した。その特性周波数は理論値とよい一致をしている。減衰率の大きさは理論値より一桁大きい、この原因は明らかでない。マンガンフェライトの減衰率は電気抵抗が金属とちがってきわめて大きいので、渦電流が非常に小さく、したがって減衰率がほとんど零に近いことが予想されるが、実験の結果も実験誤差以内で変化が認められていない。またマンガンフェライトの磁歪定数の一つは非常に小さいので、超音波の入射方向と振動方向を適当にえらべば、その速度変化はきわめて小さいはずであり、測定結果はこれとよく一致している。なお磁場方向をいくつかの主要面で変えた場合、超音波速度が変化する様子を詳しく求めている。

参考論文その 1 は、二元合金系の弾性定数を求め、異種原子間の相互作用との関係を論じたものであり、その 2 とその 3 は遷移金属炭化物の熱伝導とホール効果に関するもので、ともに興味深い労作である。

要するに、著者桜井醇児は典型的な 2, 3 の強磁性体について強磁場における磁気弾性効果を、実験条件を広く、測定精度を上げて詳しく求め、理論的検討を行なったもので、強磁性随伴現象の研究分野において重要な貢献をし、今後の発展に大きい示唆を与えたのであって、磁性を含む物性について豊富な知識とすぐれた研究能力をもっていることが認められる。

よって本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。