

Title	マイクロ波超音波の研究、その物性への応用
Author(s)	赤尾, 文雄
Citation	大阪大学低温センターだより. 1973, 2, p. 11-13
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/12399">https://hdl.handle.net/11094/12399</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

# マイクロ波超音波の研究、その物性への応用

産業科学研究所 赤尾文雄

マイクロ波領域(数10 GHz)の単一周波数の超音波の発生と検出は、1960年頃にBömmelとDransfeldに依って始めて圧電気素子を用いて行われた。この様なモノクロマティックなフォノンの発生に成功に伴い、音波物性の研究に新しい分野を開拓した。

現在では114 GHzまでの周波数の超音波が水晶或いはLiNbO<sub>3</sub>等の圧電気素子を用いて発生させることが出来る。

現在用いられている、マイクロ波超音波発生並びに検出装置の概略図はFig. 1に示すようなものである。これは一般のE.S.R.に用いるマイクロ波の技術と変わらないが、電源がパルスである事と、空洞共振器の中に水晶或いはLiNbO<sub>3</sub>等が電場最大の位置にセットされている点が異なる。

この方法における発生周波数の限度は、殆ど結晶表面の研磨及び両面の平行度によってきまる。固体中の音波の速度は5000 m/s位であるから波長が10 GHzでも5000 Å程度になることのためである。

このような方法で発生した、マイクロ波フォノンの誘電体中での音波吸収係数の温度変化を示すとFig. 2の如くなる。これを10 GHzのときのT<sup>4</sup>の温度変化に比べて、114 GHzの場合大きい温度依存性をもっている事を示している。T<sup>4</sup>の変化は3-phonon process から来るものであるが、より高いマイクロ波フォノンと格子振動との相互作用の過程は複雑になり、T<sup>4</sup>

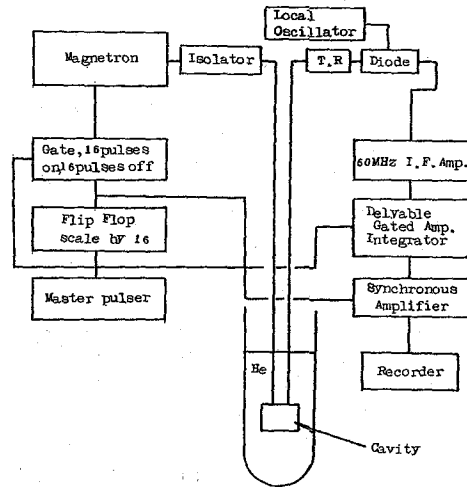


Fig. 1(a)

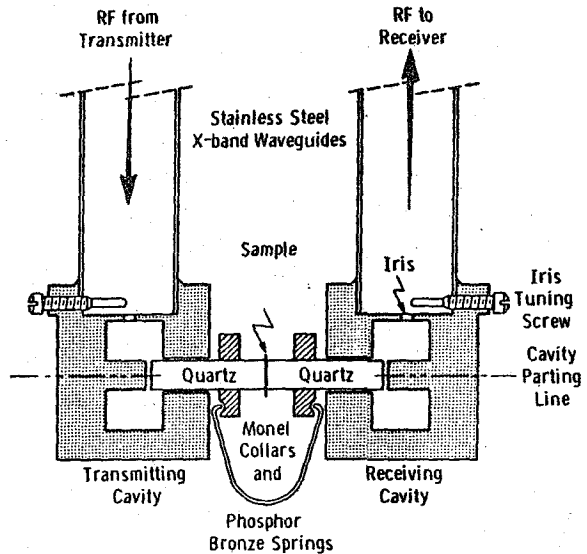


Fig. 1(b)

より大きい変化を示す事がわかる。この様な実験は誘電体内の音波と熱フォノンとの相互作用が音波吸収に及ぼす影響については今迄音と熱波を微視的にあつかった Landau-Rumer の理論があるが、今後、基礎的な議論をより厳密にすることの必要と今後の理論の発展の可能性を提供するものである。

マイクロ波超音波を用いる超伝導体の音波吸収の実験、特に pair excitation の研究がある。又、第二種超伝導体の mixed state に於ける音波吸収の磁場効果、磁束量子との相互作用に関してもこのマイクロ波超音波の実験が大いに期待される。

薄膜超伝導体の音波吸収はマイクロ波超音波によって始めて可能になり、その測定が Pb について行われた。結果の一例を Fig. 3 に示すが、表面超伝導の様子が良く顕れている。

磁場を薄膜の面に平行にかけた場合と垂直にかけたときのふるまいは伝導度に関して Tinkham その他に依ってくわしく論じられているが、音波吸収係数の磁場依存性についても同様の結果が得られる。

その他の特に固体物性への応用としては、U.P.R. (Ultrasonic Paramagnetic Resonance) 或いは、反強磁性共鳴への応用が実験されている。

マイクロ波超音波が数 100 GHz まで自由にコントロール出来る様になれば今後より多くの物性の実験に利用出来、固体物性についての新しい情報が得られる事は間違いないと思われる。

それに関して超伝導体のトンネル接合を利用した新しい方法が数年前から行われ、Ge 中の Sb 不純物のエネルギー準位の研究にそ

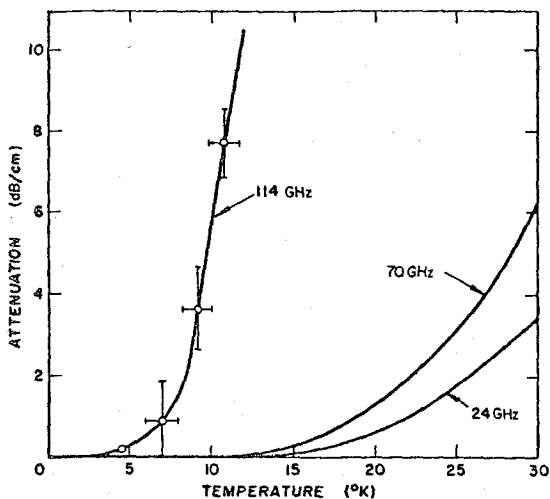


Fig. 2

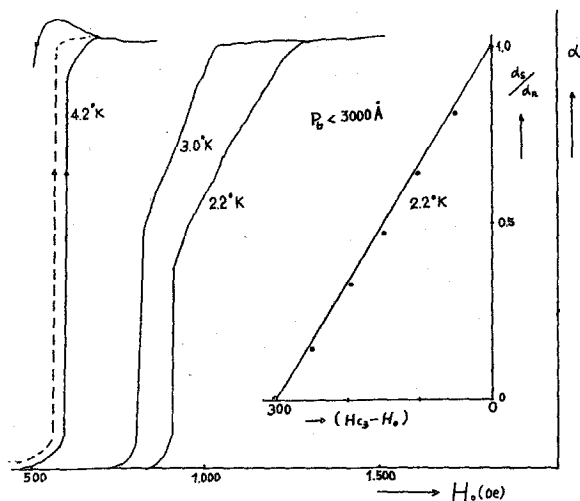


Fig. 3

の有用性が確かめられている。その他ヒート・パルスを用いる方法があるが、これは単一周波数でないため、ここではふれない。

最後に表面波と半導体等の表面準位との相互作用に関しこの研究は大変興味ある事であるが、そのためには、マイクロ波の表面波を発生、検出する事が必要で、この方法の発展が望まれている。

## 低温実験用小物

センター吹田分室では液化ガス供給業務の他に次のような実験用の小物を揃えています。低温の装置を作られるとき、少しでも必要という時は御連絡下さい。毎週月曜と木曜日の午前中に供給いたします。

- ウッドメタル (低温半田, 融点 48°C)
- エピボンド 121 (エポキシ系樹脂)
- スタイクキャスト 2850 GT (極低温用エポキシ系樹脂)
- ポリウレタン被覆線 (直径 0.14 mm)
- ポリウレタン被覆線 (直径 0.07 mm)
- ステンレスおよびキュープロニッケル薄肉管
- 銅管 (外径は 1/8 インチの倍数)
- 銀ロー
- ステンレス用ハンダ
- 真空ゴム管
- 黒バルカン
- 運動用 Oリング (P型)
- ピンチコック
- シールテープ (テフロン)

有料の場合は校費の振替で払っていただきます。在庫を希望される物品があれば御意見をお聞かせ下さい。