

蒸着膜が厚い CdS 圧電変換子の試作

Fabrication of Thick Film CdS Piezoelectric Transducers

尾上 守夫・渡辺 誠 一

Morio ONOE・Seiichi WATANABE

1. 緒言

従来、電気-超音波の変換子としては、水晶、セラミックなどが用いられて来た。しかし VHF 帯以上の高い周波数ではセラミックはインピーダンスが低くなりすぎ、また水晶でも薄板への加工や媒質への接着の点で困難が生ずる。前者は高調波振動を用いれば緩和されるが電気機械結合度は高調波振動数の 2 乗に逆比例して下ってしまう。これに対し最近話題になっている CdS 蒸着膜変換子は次のようなすぐれた特徴をもっている。

- (1) 蒸着膜であることから製作可能な厚さの範囲が広いので、数十 Mc から千数百 Mc まで基本振動が利用できる。したがって帯域幅の点で有利である。
- (2) CdS の電気機械結合係数は水晶に比べて大きく、したがって (1) の点とともに広い帯域幅が得られる。 $(k_t=0.154, k_{15}=0.189)^{1)}$
- (3) 媒質上に直接蒸着するので、接着の問題が生じない。

CdS 蒸着膜は、蒸着源の方向に C 軸が揃う性質があり、このゆえに、たて波の変換子は基板に垂直に蒸着することによって製作できる^{2),3)}。また、すべり波用の変換子は 40° 程度の斜の蒸着によって製作できる^{2),3)}。これは CdS の C 軸を約 40° 傾けると、等価的な圧電定数 h_{33}' がゼロとなるためである⁴⁾。

このような CdS 蒸着膜が変換子として良い特性を示すためには、蒸着膜の比抵抗が大きいこと、および結晶性が良いことが必要である。これに影響を与える条件は、

- (i) 蒸着中の基板温度
- (ii) CdS の蒸着速度
- (iii) 蒸着後の処理

などである。このうち (i) は 200°C くらいがよいといわれている。また (iii) の点については、不活性ふんい気中の熱処理 (450°C くらい)^{2),3)} あるいは S ふんい気中の熱処理⁶⁾ CdS と S の同時蒸着などが行なわれている。

ここで報告する方法は、

- (i) 特別な蒸着後の処理を施さず、簡易である。
- (ii) 厚さのあつい膜が安定に得られる。

などの特徴をもち、応用上利点があると思われる。

2. CdS 蒸着膜超音波変換子の製作法

基板として熔融石英、あるいは水晶を用いた。メタノール、アセトン、トリクレンで洗った後、真空装置に入

れ、約 420°C で 10 分間熱処理し、さらに、温度が 250°C くらいに下がったときに下地電極を蒸着する。それにはまず Ni を 500 Å くらい蒸着し、さらに Au を 3000 Å 蒸着する。電極が Au のみであると、厚い CdS 蒸着膜をつけた場合に、CdS と基板の熱膨張率のちがいがから、熱処理後の収縮によって CdS にキレツを生じ、それとともに、Au が基板から離れてしまう。Ni-Au の複合電極とすれば、Ni が基板と接着性が良いためこのようなことは起きない。

次に CdS の蒸着であるが、このるつぼとしては、アルミナをコーティングしたタングステンの深いるつぼを用い、CdS 粉末を入れシリカウールをかぶせた。シリカウールは、CdS 粉末がはねて外へとび散るのを防ぎ、スムーズに蒸発が起るようになるためである。CdS としては大日本塗料株式会社のルミネッセンスピュアのものを用いた。CdS 蒸着中は、基板は 200°C に保った。また CdS の蒸着速度は小さく、0.1 μ/min 以下であった。蒸着中、モニターで監視して、必ず黄色の膜がつくようにする。もし蒸着速度が速すぎると黒色となる。CdS 蒸着後、250°C くらいに温度を上げ、5 分くらいに熱処理した。そして温度が十分下がり、150°C 以下になったところで、上部電極として、Au を 6000 Å 蒸着した。蒸着後の様子は、図 1 に示すようになる。以上の蒸着操作中の真空度は 3×10^{-6} mmHg 程度であった。

この方法の利点の一つは上述のように蒸着後、特別な処理を施さないので、一度真空に引いたなら、その真空

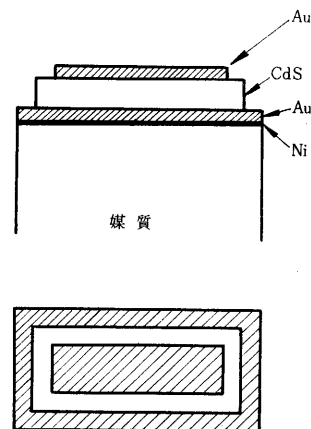


図 1 CdS 蒸着膜超音波変換子の構造

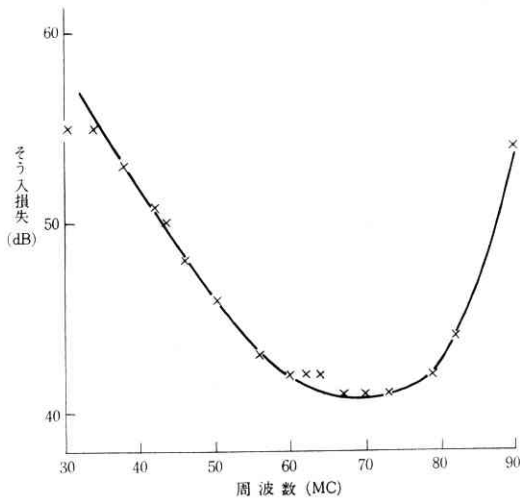


図 2 CdS 蒸着膜超音波変換子をつけた遅延回路のそう入損失 (たて波 試料 1207 L)

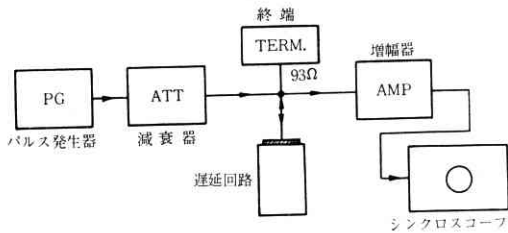


図 4 そう入損失の測定回路

内ですべての操作を終えることができる点である。また S ふんい気を必要としないので、真空装置のために良い。

3. 製作結果

基板としては、 $5 \times 10 \times 30$ (mm) の水晶、あるいは熔融石英の棒、また 8ϕ で厚さが 0.1 (mm) 程度の水晶の AT 板などを用いた。前者は遅延回路なり、後者は複合振動子となる。CdS 蒸着膜の比抵抗としては $10^6 \sim 10^9 \Omega \text{cm}$ 程度が得られた。

図 2 ~ 3 に、試作法遅延回路のそう入損失の周波数特性を示す。図 2 はたて波変換子、図 3 はすべり波変換子の場合である。測定回路は図 4 に示すように 93Ω の系であって、とくに変換子と整合はとっていない。

特性をみると、たて波では、中心が 70 Mc でそう入損失が 40 dB、帯域幅は 3 dB 帯域幅で 28 Mc となっている。また、すべり波では中心の 42 Mc においてそう入損失が 35 dB であり、帯域幅は 20 Mc、中心におけるたて波に対する抑圧比が 21 dB である。これらはこのような低い周波数で従来報告されているものと同程度であり⁵⁾、かなり良い特性をもっていると考えられる。線路と変換子との整合を考えればさらに良い特性が得られるものと考えられる。

図 5 は CdS-水晶複合振動子の、周波数特性である。

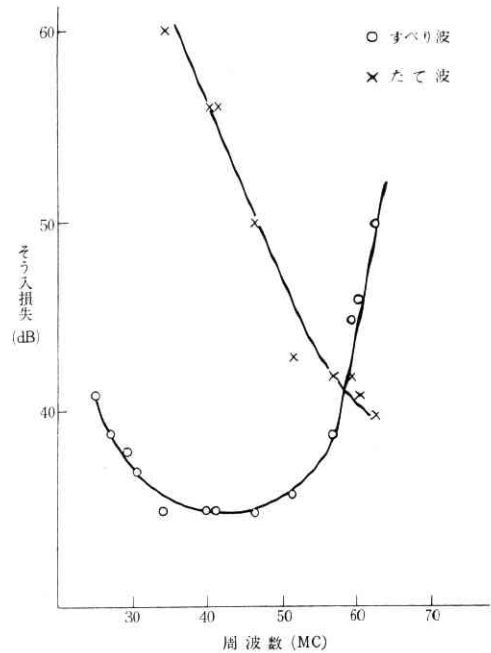


図 3 CdS 蒸着膜超音波変換子をつけた遅延回路のそう入損失 (すべり波 試料 1231 S)

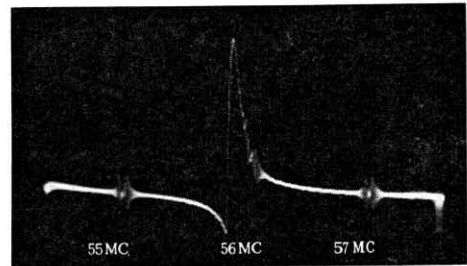


図 5 CdS 蒸着膜-水晶の複合振動子の伝達特性 (共振と反共振がわかる)

この解析については別途に報告する予定である。

4. 結 言

CdS 蒸着膜超音波変換子の簡易な製法について述べ、厚い安定な膜が得られること、したがって低い周波数で十分実用性があることを示した。

(1967 年 3 月 2 日受理)

文 献

- 1) W. P. Mason, ed., "Physical Acoustics" Vol. I, Part A, pp. 170-270, Academic Press, New York (1964)
- 2) N. F. Foster, "Ultra-high Frequency Cadmium Sulphide Transducers" IRE Trans. SU, Vol. SU-11 pp. 63-68 (1964).
- 3) N. F. Foster, "Cadmium Sulphide Evaporated Layer Transducers," Proc. IEEE, Vol. 53, pp. 1400-1405 (1965).
- 4) 石黒・永尾, "斜め蒸着 CdS 薄膜超音波変換子の解析", 昭和 41 年電気 4 学会連合大会予稿 940
- 5) R. Weber, "Comparative Data on CdS Transducers from 14 MC to 75 GC", Proc IEEE, Vol. 54, No. 2, pp. 333-334 (1966).
- 6) 永尾他, 昭和 40 年度秋応用物理学会予稿 2a-A-8