

# 超音波映像に関する一実験（そのⅢ）

村 瀬 正 義 ・ 中 野 行 夫

## Experimental Studies on Ultrasonic Imaging (Part III)

Masayoshi MURASE · Yukio NAKANO

In this third paper, various characteristics of piezoelectric high polymer films have been experimentally studied for the purpose of developing near simple ultrasonic imaging equipment by using the electric imaging method.

The test results for it are reported in this paper.

### 1. ま え が き

ポリフッ化ビニリデン圧電膜（圧電性ポリマフィルム）を超音波トランスデューサーに使用した場合、従来のセラミックより次の点が優れていると云われている。<sup>1)</sup>

1) フレキシビリティ：機械的衝撃に耐える。2) 処理が容易：寸法や形状に制限がない。3) 密度が低く、軽量である。4) 低音響インターダンス：水や身体の組織に、音響的によく釣合う。5) Qの値が小さい：広帯域操作が可能。6) 破壊耐力が大きい：大きな入力電力に耐えられる。等々。

筆者らは、電氣的映像法による簡易式超音波映像装置の開発研究<sup>2,3)</sup>の一環として、今回は、このポリフッ化ビニリデン圧電膜が、超音波発生源としての振動子として利用できないか検討を行なったので報告する。

### 2. 実験装置および実験方法

実験に使用したポリフッ化ビニリデン圧電膜としては、表-1の特性をもった呉羽化学のKF ピエゾフィルム（圧電性、焦電性高分子フィルム）を利用した。（厚さ30[ $\mu$ m]）

写真-1に使用したKF ピエゾフィルム振動子の一例を示す。

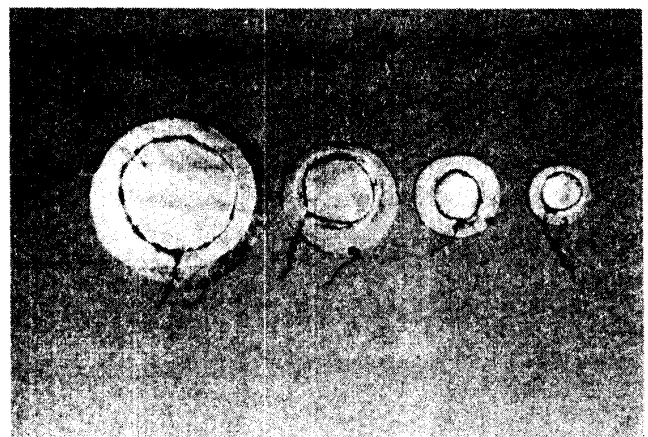
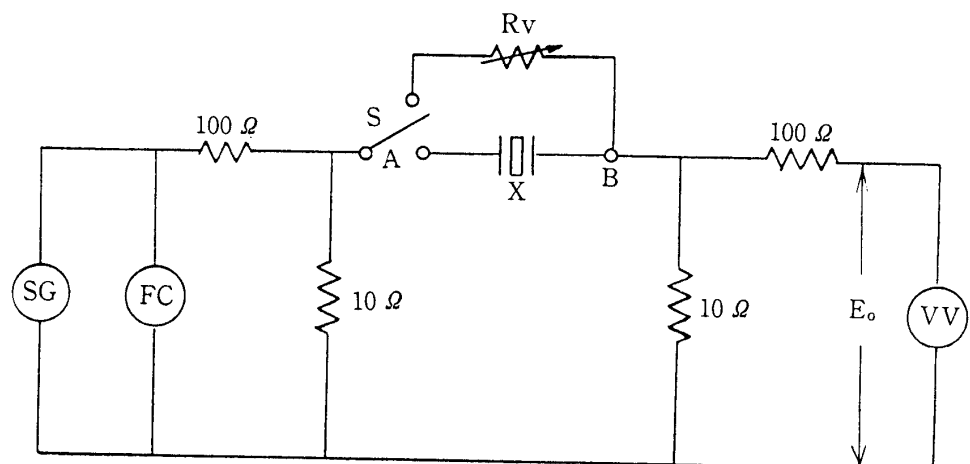


写真-1 実験に使用したKFピエゾフィルム振動子

表-1 クレハ KF ピエゾフィルムの主な特性

性 能	単 位		数 値
厚 み	$\mu\text{m}$		9.30 標準
電 極 抵 抗	Al Ni	$\Omega$ $\Omega$	1~3 10~30
圧 電 歪 定 数	$d_{31}$ $d_{32}$	$10^{-12} \text{ coul/N}$ at 10 Hz	20~30 4~5
電圧出力係数	$g_{31}$	$\text{V}\cdot\text{m/N}$ at 10 Hz	0.17~0.26
電気機械結合係数	$k_{31}$	% at 10 Hz	13~16
焦 電 係 数	$p$	$10^{-9} \text{ coul/cm}^2 \text{ deg}$	4~5
弾 性 率	MD TD	$10^9 \text{ N/m}^2$	3.0~3.2 2.8~3.0
引 張 応 力	MD TD	$10^7 \text{ N/m}^2$	50~60 4.5~5.5
伸 度	MD TD	%	20~30 破断点 5~7 降伏点
熱 収 縮 率	70°C 100°C	%	1~2 7~8 30分加熱
密 度		$\text{g/cm}^3$	1.78~1.79
体積固有抵抗		$10^{14} \Omega\text{-cm}$	8~10
絶縁破壊電圧		KV (DC)/mm	150~200
比 誘 電 率		at 1 kHz	12~13
誘 電 正 接		at 1 kHz	0.015~0.02



$E_o$  : 50 (mV) (端子 AB を短絡した時)  
 SG : 信号発生器  
 FC : 周波数カウンタ  
 VV : 真空管電圧計  
 X : ピエゾフィルム振動子

図-1 ピエゾフィルム振動子のインピーダンス測定回路

### 1) ピエゾフィルム振動子のインピーダンス測定

測定回路を図-1に示す。SG を任意の周波数にしたのち、端子 AB 間を短絡し VV の目盛を 50 [mV] になる様 SG の出力を調整する。次に AB 間の短絡を取り除いたのち、スイッチ S を ピエゾフィルム振動子側に切り換え、VV の値を求める。次にスイッチ S を Rv に切り換え VV の値が前の値と同様になる様 Rv の抵抗値を調整し、ピエゾフィルム振動子のインピーダンスを求める。

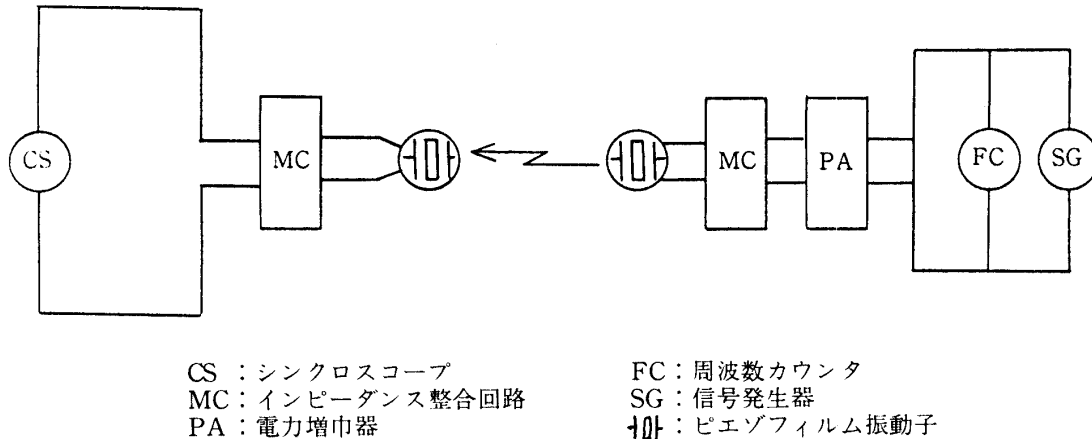


図-2 ピエゾフィルム振動子の特性測定回路

### 2) ピエゾフィルム振動子の周波数特性

測定回路を図-2に示す。気中において送受波器間の距離を 10 [cm]、出力 20 [V] 一定とし、送波器側の周波数を 1 [kHz] から 100 [kHz] まで変化した時に対する受波器側の出力電圧を求める。

### 3) ピエゾフィルム振動子の指向特性

図-2の回路を利用し、送波器の周波数を 7.2 [kHz]、出力 30 [V] 一定にする。送波器の中心軸からの距離および角度を変化させて、その各々に対する受波器出力を求める。

### 4) ピエゾフィルム振動子の送波特性

図-2の測定回路にて、送・受波器間の距離 10 [cm]、出力 20 [V] 一定にして送波器側にピエゾフィルム振動子、受波器側に各種のセラミック電歪振動子を接続し、送波周波数の変化に対する受波出力を求める。ただし、セラミック電歪振動子は共振特性を持っているので、それぞれの周波数の変化に適した振動子を使用する。

### 5) ピエゾフィルム振動子の受波特性

図-2の回路にて、送・受波器間の距離 10 [cm]、出力 20 [V] 一定にして、送波器側にセラミック電歪振動子を、受波器側にピエゾフィルム振動子を接続し、送波器の周波数の変化に対する受波器出力を求める。また、受波器のピエゾフィルム振動子の枚数を 2 枚と 3 枚に増加した時の特性を求める。この場合の振動子の間隔は 1/4 入とする。

### 6) ピエゾフィルム振動子の大きさ（直径）の変化に対する受波特性

図-2の回路にて、送・受波器間の距離 10 [cm]、出力 20 [V] 一定して、送波側にセラミック電歪振動子を、受波側に直径が 1, 2.5, 3.5, 6.0 [cm] のピエゾフィルム振動子をそれぞれ

接続し、周波数の変化に対する受波器出力を求める。

### 3. 実験結果および考察

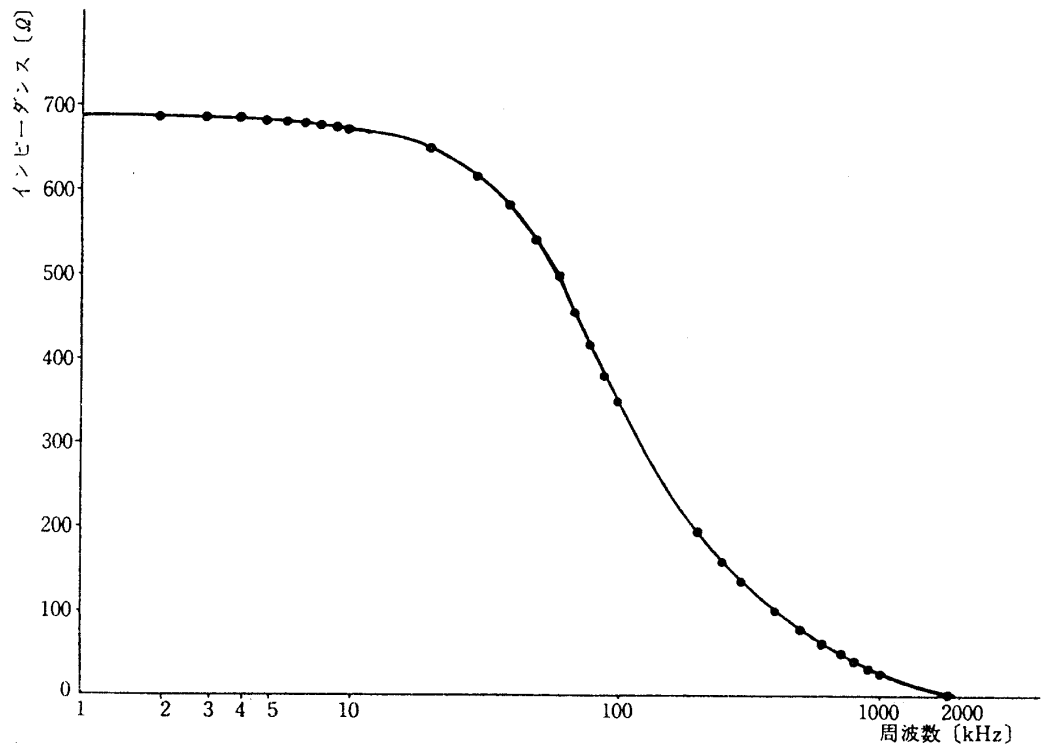


図-3 周波数に対するピエゾフィルム振動子のインピーダンス

#### 1) ピエゾフィルム振動子のインピーダンス

図-3にピエゾフィルム振動子の周波数の変化に対するインピーダンスを示す。このグラフから、20 [kHz] までのオーディオ周波数の範囲内では、インピーダンスは安定しているが、20 [kHz] を越すと急激にインピーダンスが減少している事がわかる。特に超音波映像に利用する予定の MHz 帯以上の周波数成分ではインピーダンス零に近づいており、利用上問題点が多い事が予想される。

#### 2) ピエゾフィルム振動子の周波数特性

図-4に周波数特性を示す。この実験結果からは、可聴周波数の範囲しか求める事ができず、この事からこの振動子はスピーカーとして使用するのに適している事がわかる。

#### 3) ピエゾフィルム振動子の指向特性

図-5に指向特性を示す。測定周波数が7.2 [kHz] という可聴周波数のみしか測定できなかったが、かなり

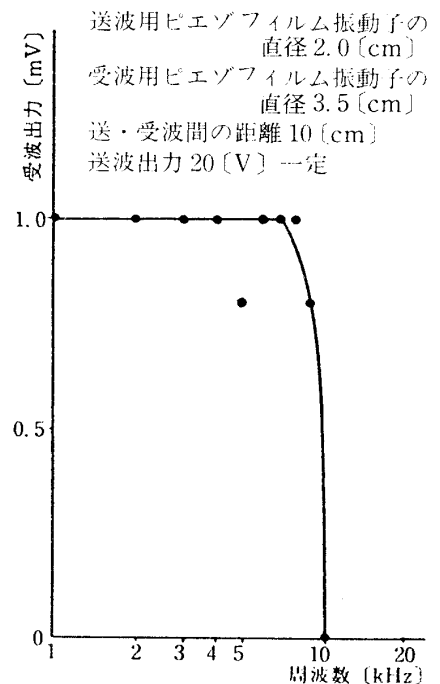


図-4 ピエゾフィルム振動子の周波数特性

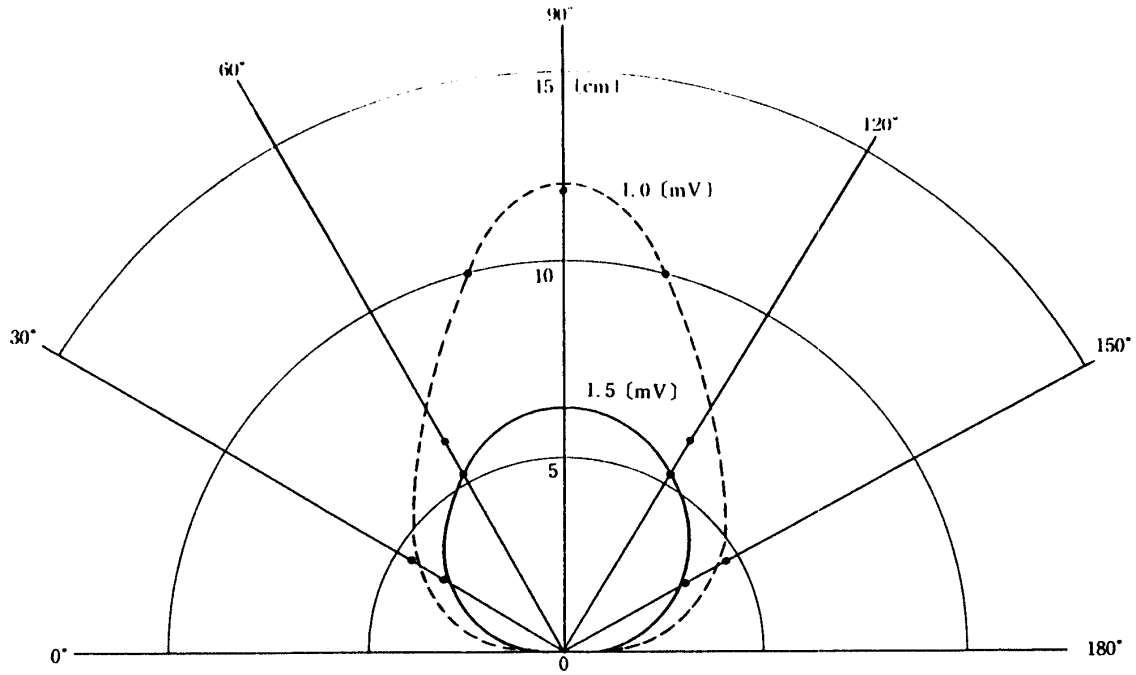


図-5 ピエゾフィルム振動子の指向特性

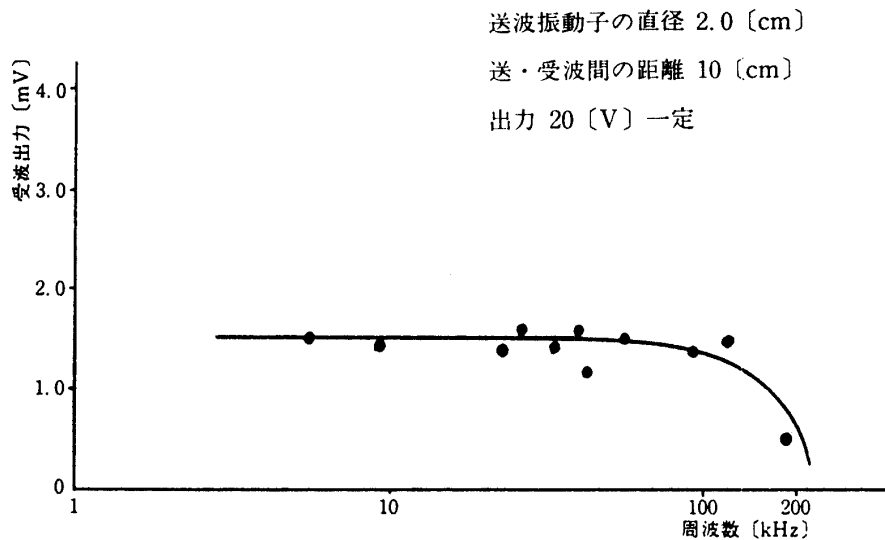


図-6 ピエゾフィルム振動子の送波特性

良好な指向特性を示している。

#### 4) ピエゾフィルム振動子の送波特性

図-6 に送波特性を示す。この特性曲線は受波器として使用したセラミック電歪振動子の共振特性の影響を作図的に除去して描いたものである。かなり高い周波数成分まで求まっているが、MHz 帯の特性までは求める事ができなかった。

#### 5) ピエゾフィルム振動子の受波特性

図-7 に受波特性を示す。この特性も送波特性と同様に送波器として使用したセラミック振動

受波用振動子直径 2.5 [cm]  
 送・受波振動子間の距離 10 [cm]  
 出力 20 [V] 一定

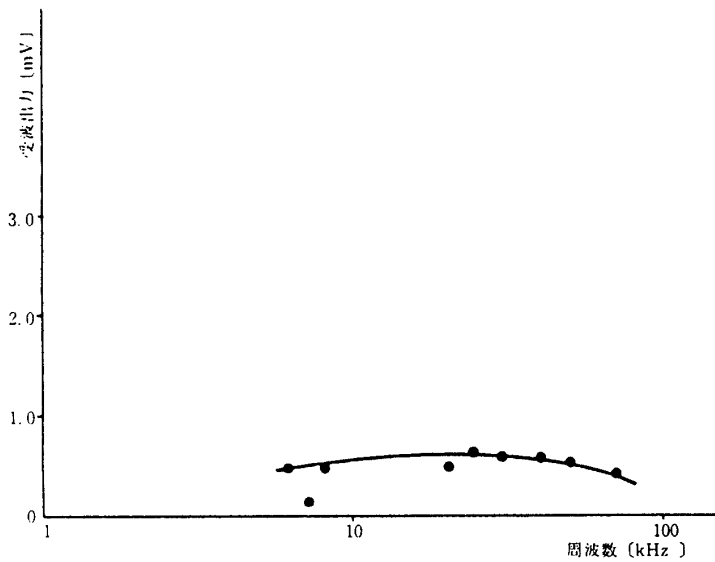


図-7 ピエゾフィルム振動子の受波特性

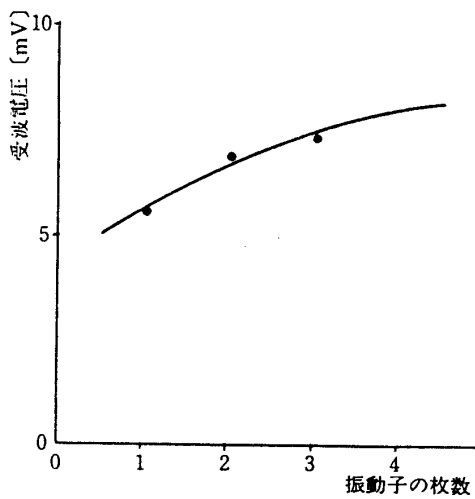


図-8 ピエゾフィルム振動子の枚数に対する受波特性

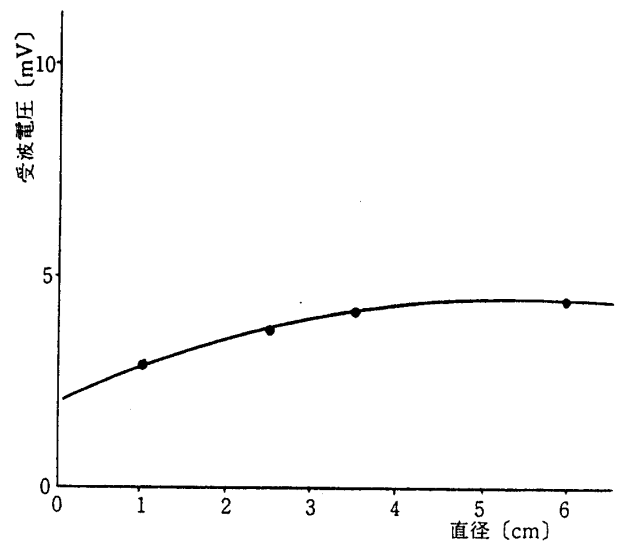


図-9 ピエゾフィルム振動子の大きさに対する受波特性

子の影響が出ない様補正して描いたものであるが、送波特性より受波入力が小さく、帯域も狭くなっているが、これは、あまりにも送波出力が小さいのでこのような結果になったと思われる。また、振動子の枚数の増加に対しての特性曲線を図-8に示す。この特性曲線より振動子の枚数の増加に比例して出力が増加している事がわかる。過去のデータ<sup>4)</sup>によると5枚重ねで14 [db]以

上の出力上昇が得られている。

6) ピエゾフィルム振動子の大きさ（直径）の変化に対する受波特性

図－9にその特性を示す。グラフから振動子の直径の増加に対して、直径が3〔cm〕位までは増加する割合が著しいが、それ以後は、増加が緩慢になっている事がわかる。

#### 4. ま と め

以上の結果から、piezoフィルム振動子は周波数特性は確かに広帯域であるが、しかし、数百〔kHz〕以上の高周波に対しては、送・受波器とも感度が低下してしまい、超音波映像装置の振動子として使用するには不適當である。また、振動子の直径や枚数の増加によってある程度感度を増加させる事も可能であるが、セラミック振動子と比較すると約20〔db〕以上も差があり、実用上問題点が多いと考えられるが、今後この点について更に検討を加えていくことにする。

#### 参 考 文 献

- 1) N. MURAYAMA and H. OBARA : Piezoelectric Polymers and Their Applications : Japanese Journal of Applied Physics, Vol.22 (1983) Supplement 22-3, pp.3-6
- 2) 村瀬正義, 中野行夫 : 超音波映像に関する一実験, 福井工業大学研究紀要 第16号, P 37, (1986)
- 3) 村瀬正義, 中野行夫 : 超音波映像に関する一実験 (そのⅡ), 福井工業大学研究紀要 第17号, P 73, (1987)
- 4) 中鉢憲賢, 三田恒正 : 高分子圧電膜トランスジューサの多重構成, 日本音響学会講演論文集, P 194, 昭和53年10月
- 5) 中鉢憲賢, 田村雅彦 : ポリフッ化ビニリデン圧電膜の電気音響機器への応用, 応用物理 第47巻 第12号, (1978)
- 6) M. TAMURA, T. YAMAGUCHI, T. OYABA and T. YOSHIMI : Electroacoustic Transducers with Piezoelectric High Polymer Films : JOURNAL of the AUDIO ENGINEERING SOCIETY, JANUARY/FEBRUARY 1975, VOLUME 23, NUMBER 1