

バルク及び薄膜の圧電定数の新規測定方法：交流静電容量法

A new method to determine the piezoelectric constant of bulks and thin films:

An AC capacitive displacement technique

静岡大学 ○符 徳勝, 鈴木 久男

Shizuoka Univ., °Desheng Fu, Hisao Suzuki,

E-mail: ddsfu@ipc.shizuoka.ac.jp

強誘電体薄膜は非揮発性メモリへの応用の他に、MEMS への応用も注目されている。バルク材料に比べて薄膜が極めて薄く、また成膜基板に拘束されているため、バルク材料の圧電特性評価に標準として使われている共振一反共振測定法は薄膜の圧電評価に適用しにくい。そのため、レーザー干渉計法、原子力顕微鏡 (AFM) 法、連続電荷測定法等の評価方法が提案されている^{1,4}。レーザー干渉計法及びAFM法は微小な変位を精密に測定できるが、高価な測定装置が必要の他に、基板の bending 効果による過大評価といった問題点を抱えている¹。従って、薄膜の圧電定数を簡単かつ正確に測定するには依然として大きな課題が残っている。

この課題を解決するために、我々は交流静電容量法を開発した。本講演では、この方法を紹介する。図 1 (左) 交流静電容量法による変位測定装置の概略図を示す。静電容量変位計センサーと接地した被測定物の間に空気コンデンサが形成する。空気コンデンサの静電容量 $C = \epsilon_0 S/d = Q/V$ となり、 ϵ_0 =真空の誘電率、 S =面積、 d =センサーと被測定物との距離、 Q と V がそれぞれ荷電した電荷と生じた電位差である。従って、 d と V の間に比例関係が成り立っている。静電容量変位計には変位計センサーで V を検知し、変位 d を計測する。この使用方法では、変位計の測定限界が約 1nm であるため、圧電膜で通常に生じた以下の変位を正確に測定するには極めて難しい。ここで、我々がロックイン技術を活用し、交流測定法を考案した。圧電膜に交流電圧を印加し、交流変位を発生させてロックイン技術を利用することで安価な静電容量変位計でも 10 pm 程度の極めて小さな交流変位を測定できることがわかった (図 1 (右) に参照)。印加交流電圧と交流変位の線形関係より圧電膜の圧電定数が簡単かつ正確に求められる。また、低圧電定数を示す水晶結晶を測定したところで変位測定結果の信頼性も確認された。この簡便かつ安価な測定方法が今後の圧電膜の研究に役に立つことを期待したい。

[1] A. L. Kholkin *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **67** (1996) 1935. [2] J. A. Christman *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **73** (1998) 3851. [3] G.-T. Park *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **80** (2002) 4606. [4] D. Fu *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **40** (2001) 5683.

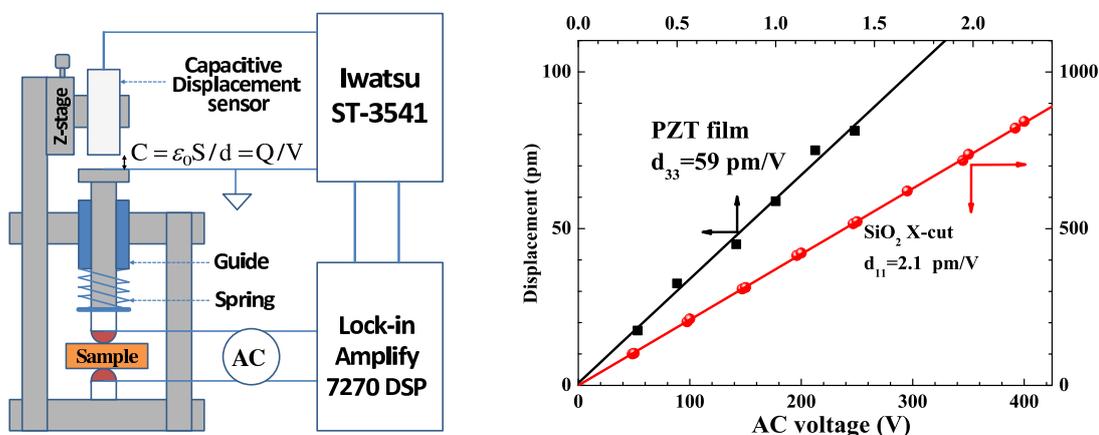


図 1. (左)交流静電容量式による変位測定装置の概略図。(右) x-cut 水晶結晶と $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ の (001) 配向膜における印加交流電圧と交流変位の関係。圧電定数は傾きより計算された。