

40 MHz の周波数帯域における光検出器感度—変調周波数特性の校正

Calibration of a photo-detector in the frequency range up to 40 MHz.

産総研 ○松田 洋一, 菊池 恒男

NMIJ/AIST, ○Youichi Matsuda, Tsuneo Kikuchi

E-mail: matsuda-youichi@aist.go.jp

高解像度医用超音波機器から出力される超音波音圧を評価するため、20 MHz を越える周波数でのハイドロホン絶対感度校正が求められている。これまで我々は、広帯域小口径平面振動子から発生させたトーンバースト超音波の遠距離音場を用いた感度校正法を開発し、メンブレン型ハイドロホン感度(10 MHz-40 MHz)を光干渉法により計測した。今回は、被校正ハイドロホンへの入射音圧計測用光干渉計の光検出器感度—変調周波数特性を 40 MHz の帯域で計測した結果を報告する。

光干渉法による感度校正では、超音波を透過し光を反射するフィルムを水中（透過法）または水面（反射法）に設置し、これに垂直入射した平面波超音波の変位振幅を光干渉計により検出し、平面波理論に基づいて被校正ハイドロホンへの入射音圧を算出している。入射音圧を定量的に計測するためには、光干渉計の光検出器感度—変調周波数特性を校正する必要がある。

我々は 2 個の音響光学変調器(AOM)を用いて二重に振幅変調したレーザ光を用いて光検出器感度—変調周波数特性を 20 MHz の帯域で校正してきた。しかし変調周波数が高くなり変調器内の超音波波長がレーザ光ビーム径と同程度になると、変調深さが低下することにより光検出器の出力電圧振幅が低下し、測定値のばらつきが大きくなる問題があった。この問題を解決するために、測定光学系に 5 倍のビームエキスパンダ及びアライメント機構を追加し、変調器への入射レーザ光ビーム径を従来の約 1/5 に低減して光検出器感度—変調周波数特性等を測定した。また従来の測定系によるそれらとの比較を行った。

図 1 に、光検出器出力電圧振幅一周波数特性を示す。今回 40 MHz における振幅は 10 MHz のその約 70 %であり、従来の約 20 %と比較して高周波で大きな出力電圧振幅を確保することができた。図 2(a)に、光検出器感度—変調周波数特性（今回と従来との感度差）を示す。2～3 点の周波数を除いて、今回と従来の光検出器感度—変調周波数特性測定値の差は 2 %以内であった。図 2(b)には、光検出器感度—変調周波数特性測定値の相対標準偏差を示す。特に 30 MHz 以上の周波数において、今回の測定値は従来のそれより安定であった。これらのことから、40 MHz の帯域において、本方法による光検出器感度—変調周波数特性校正を実現できる可能性が示された。

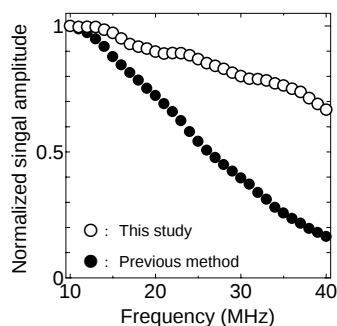


図 1 出力電圧振幅一周波数特性

○：今回の結果、●：従来の結果

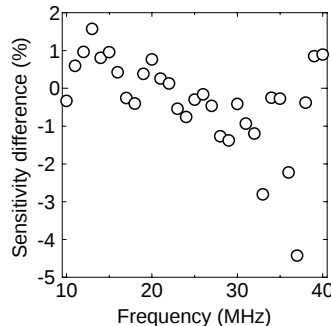
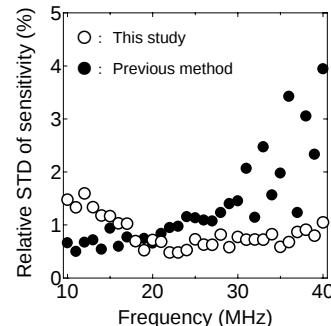


図 2 光検出器感度—変調周波数特性

(a) 感度差



(b) 測定値相対標準偏差

○：今回の結果、●：従来の結果