

FPGA 組み込み処理システムの開発

1. 目的

これまでの研究開発で、超音波を使った水中での微小な漏れ気泡量を計測する技術(特許第 4232183号)を開発した。この方式は、従来と同じ浸漬式であるため既存の検査工程に導入しやすく、アルミやカーボンなどの複合材料にも適用でき、検出精度も高い。本年度の研究では、昨年度開発した送受信基板やセンサを試作機に組み込み、調整を行うと共に、FPGAに送受信制御のプログラムを組み込んで超音波送受信性能の評価とFPGAに組み込まれるハードウェア制御プログラムの検証を行う。

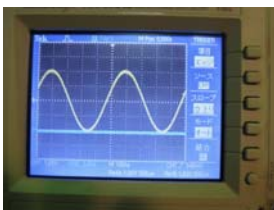
2. 方法

送受信基板を図1のように試作機の制御ボックス内に収納した。高いS/N比を要求される本検査機では、ノイズ対策が極めて重要である。このため、受信基板は図1左の下部のように縦置きとし、全体をアルミ板で覆う構造とした。送信機は図1左の上部のように放熱の関係などから、放熱ファンに隣接して3段重ねの横置きとした。また、基板間に放熱とシールドを兼ねたアルミ基板を挟んでいる。送受信基板への電源線は中央から、信号線は上下からの供給となるように配線を分離し、制御盤からの信号供給についてもシールドケーブルを用いて、図1のようにアナログ信号線とデジタル信号線と電源線を分離配線した。

送信基板間へ供給している発振器からの源信号が基板間を渡ることにより最後の基板(6枚目)を接続すると図2右のような波形となった。そこで、各基板にボルテージフォロワ型のアンプを用意して発振回路からの出力をバッファリングした結果、図



図1. 送受信基板の組み込み



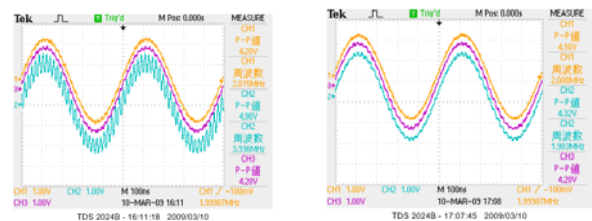
左: 5枚接続時まで



右: すべて接続後

図2. 送信基板間に供給された発振信号波形

3左の上から3番目のような波形となった(図3左、一番上:源発振波形, 2番目:2枚目の送信基板へ供給された発振波形, 3番目:末端(4枚目)の送信基板へ供給された発振波形)。この波形は、バッファリング用のボルテージフォロワ型アンプが自己発振していると考えられ、自己発振を抑止するために、位相調整用コンデンサを挿入して、その値を調整した結果、図3右の上から3番目のように改善された。最終的に、制御基板からのデジタル信号線をフラットケーブルからツイストシールド線へ、発振器からの渡り線も同軸シールドケーブルに変更し、双方の配線位置を離れた結果、図4の上から3番目のような安定した正弦波形となった。(図4, 上から2番目:源発振波形, 4番目:2枚目の送信基板へ供給された発振波形, 3番目:末端(4枚目)の送信基板へ供給された発振波形, 一番上:最終段の1次側波形)



左: 組み込み後の波形 右: 位相補償後の波形

図3. 送信基板間に供給された発振信号の波形

FPGAに組み込まれるハードウェア制御プログラムの検証は、A/Dのタイミング制御、D/A制御、外部メモリの読み書きタイミング調整、I/O

組み込み型マイコンの実装とテストプログラムの動作確認などを行い、FPGAに組み込むハードウェア制御回路プログラムを確立した。

3. まとめ

現在、送受信回路基板の調整用に、出力パターンやデータの取り込みとD/Aへの確認出力などのテストプログラムを作成し、FPGA上に実装し、送受信回路基板の調整を継続している。

今後、信号処理関連のアルゴリズムの検証と、リーク検出に必要なアルゴリズムの決定を行い、試作機を完成させる予定である。

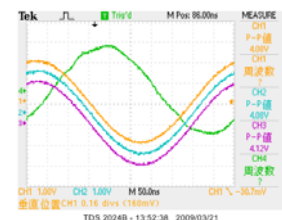


図4. 対策後の信号波形