

方形変調波による水中送受波器の感度自動記録装置

Automatic Recording Device of Sensitivity of Underwater Sound Transducer by Pulsed Sinusoidal Wave

伊藤 豊* 中村 薫*
 Yutaka Itô Kaoru Nakamura
 徳永 賢 滋** 笹倉 邦彦**
 Kenji Tokunaga Kunihiro Sasakura

要 旨

方形変調波による水中送受波器の特性を測定する場合、信号の必要な部分だけをサンプル、保持して直流記録器に連続記録させると同時に、記録の途中に基準信号をそう入する装置を試作し、良好な結果を得た。

1. 緒 言

吸音処理を施していない水槽では、水中機器の測定に、通常パルス変調波が用いられている。この場合、その指示器には、メータ、記録器などは使用できないので、ブラウン管面の映像の振幅を測定する。ブラウン管面に観察される映像の包絡線は、全測定系（送受波器を含む）の過渡現象のために、必ずしも、きれいな方形波とはならない。したがって、測定時には、ブラウン管面上の信号波形が定常状態になっている部分を観察判断して読み取る方法が行なわれている。このような Point to Point の測定は、多大の労力と時間を必要とするため、連続自動記録する方法が望ましい。このようなパルス変調波を連続記録させるためには、ブラウン管面上の信号波形を見ながら、測定点を選定して、その部分だけサンプリングし、電圧せん頭値を保持して、直流記録に連続記録させる方法があるが⁽¹⁾、長時間にわたる測定を行なう場合には、測定系全体の安定度も同時に監視する必要がある。そのために受波信号の記録のほかに、必要に応じて、適当な時間間隔で、基準信号を記録の途中にそう入できるように、基準信号回路を付加した装置を開発した。この装置の概要については、さきに発表⁽²⁾したが、新たに、主要な回路図と装置の総合特性を追加して報告する。

2. 主要性能

本装置の主要性能は、実験に使用する水槽の大きさ(15m×8m×9m)および海上での試験をも考慮して、つぎのように設計した。そのおもなるものは、つぎのとおりである。

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| (1) 周波数範囲 | 1~100 kc |
| (2) 全増幅度 | 83 dB |
| (3) サンプリング幅 | 0.1~100 ms |
| (4) サンプリング遅延時間 | 0.1~1,000 ms |
| (5) 保持回路 充電時定数 | 4 μs |
| 放電時定数 | 4 μs |
| (6) 出力 | 直流 75V |
| (7) 出力直線性 | 信号範囲 34 dB で誤差 0.5 dB 以内 |
| (8) 時間、角度のマーカ回路 | を有する。 |
| (9) 基準信号そう入時間 | 約 2分以上 (パルス数 999 以下) |

3. 装置の概要

この装置のおもな構成は、図1の系統図に示すとおり、信号系、受波信号サンプリング系、基準信号サンプリング系およびマーカ信号回路から成っている。図2、3は信号系および受波、基準信号サン

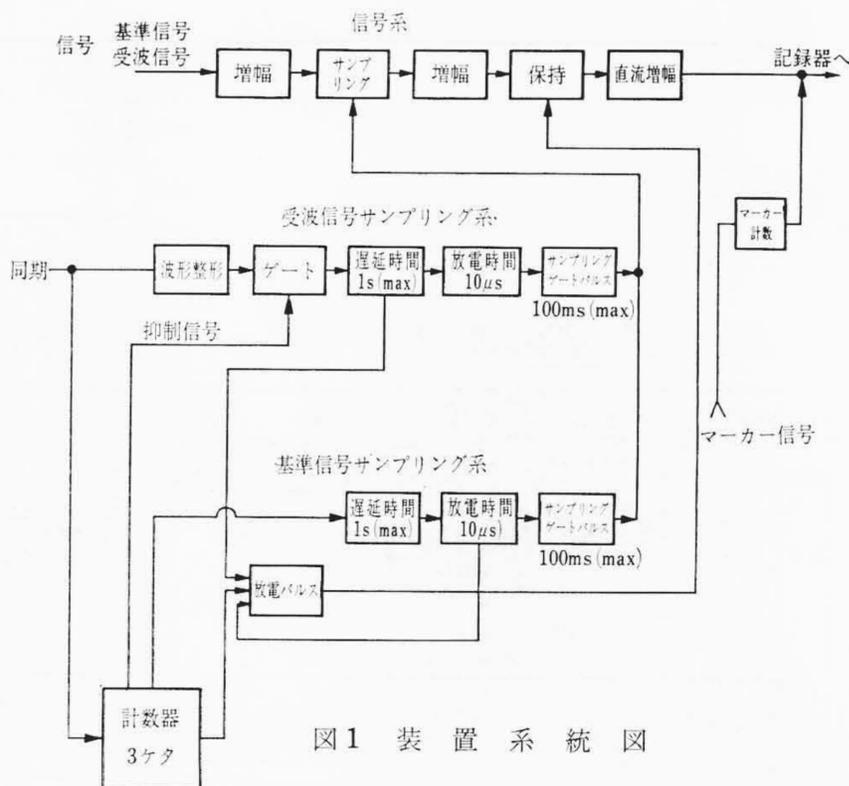


図1 装置系統図

プリング系の保持回路とサンプリング回路を示したもので、また、図4にこの装置を示す。以下この装置の動作概要を述べる。

3.1 信号系

入力に加えられた信号（基準信号および受波信号）は、サンプリング回路において、基準信号と受波信号のうち、いずれかを選定し、サンプリングされる。サンプリングされた信号は、増幅されたのち、つぎの保持回路のコンデンサに充電保持され、大きな時定数回路を通り、直流出力として記録器に導かれる。記録器にはブリュエール社製の記録器を用い、記録紙上では基準信号と受波信号とは、十分に区別できるように、それぞれの記録時間を適当に設定してある。この回路のうち、増幅回路および電圧保持回路には文献(1)の回路を用いてあるが、回路定数は多少変更されている。

図5は、この系のレベルダイアグラムを示したものである。

3.2 受波信号のサンプリング

方形変調波で計測する場合、信号は普通、図6に示してあるように、基準信号、受波信号および反射波の順序に並んでいる。いま、受波信号の定常状態の部分だけをサンプルする場合について述べよう(図6参照)。

同期パルスは、基準信号に同期している。波形整形された同期パルスはゲート回路（受波信号サンプルのときは通、基準信号サンプルの時は断）を通り、遅延回路で適当な遅延時間が与えられ、放電パルスをつくり、ついで、サンプリングゲートパルスを作り、信号をサンプルする。サンプリングゲート回路は図3の、V-112, V-113の4個の2極管でブリッジを構成し、常時はブリッジに電流が

* 防衛庁技術研究部第五研究所

** 日立電子株式会社

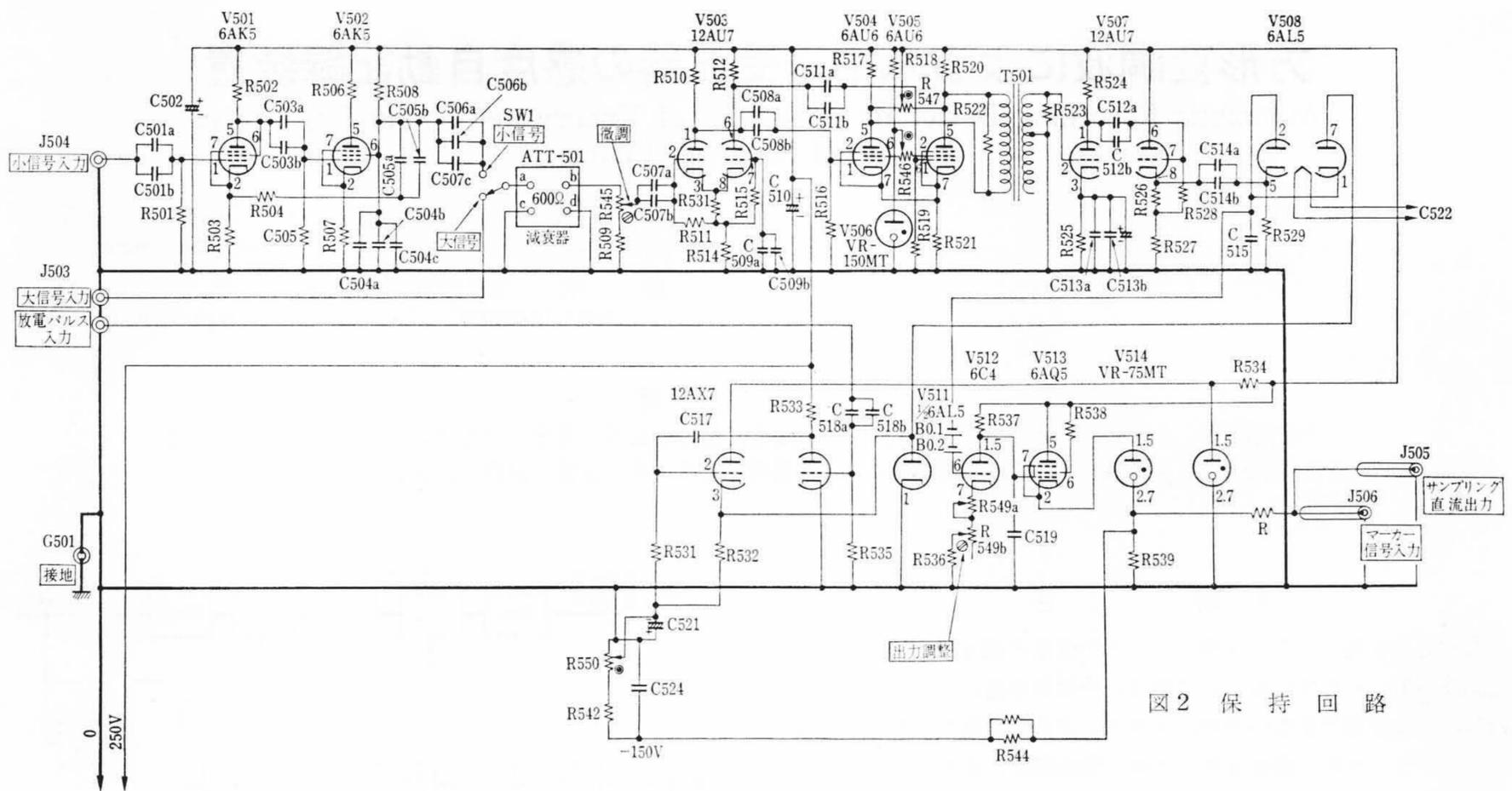


図2 保持回路

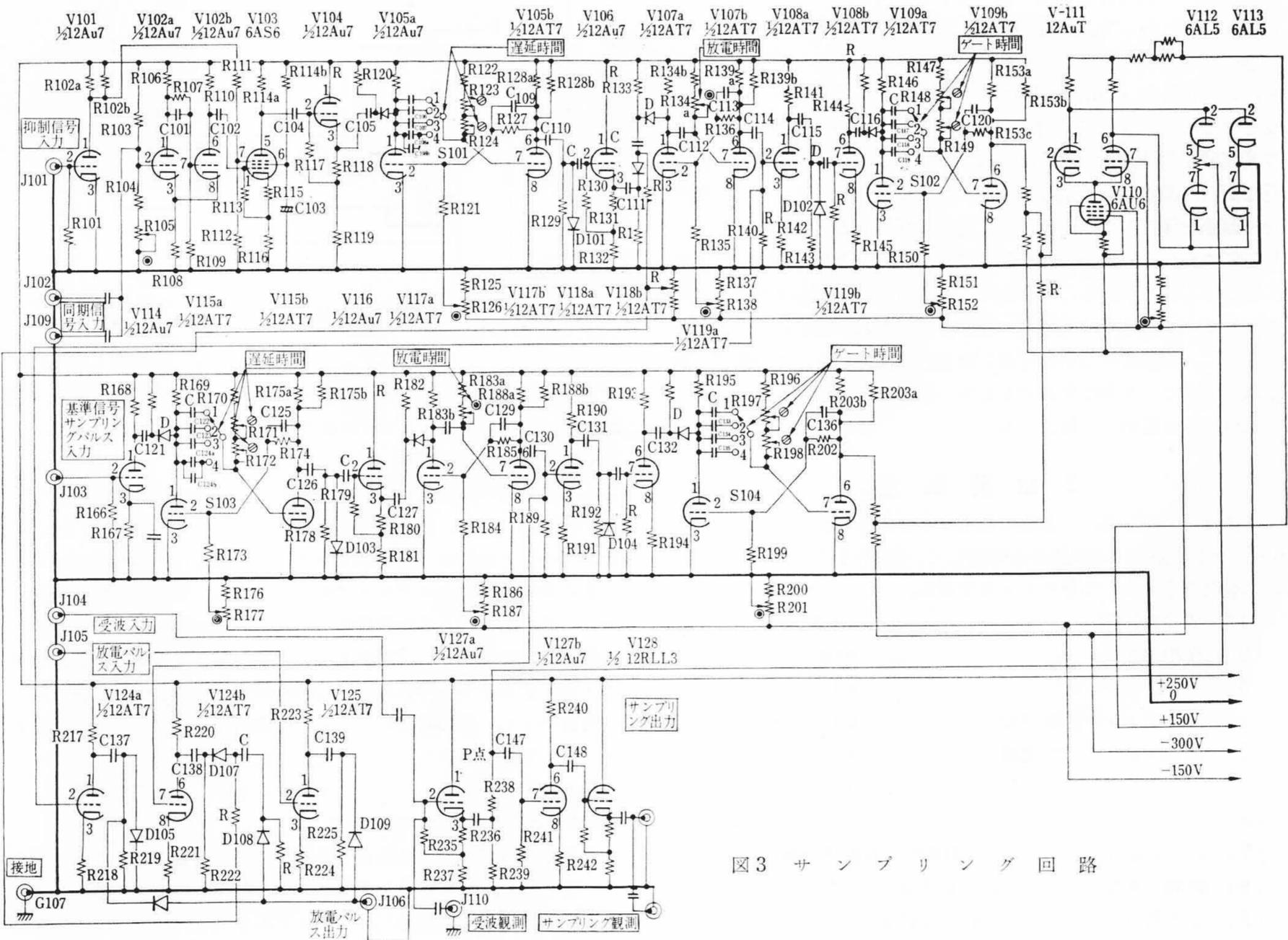


図3 サンプリング回路

流れ平衡して、サンプリング回路のR-238とC-147の接続点Pは、低インピーダンスでアース電位にクランプされているが、ゲートパルスが加わる時は、ブリッジ回路の平衡が破れ、同上P点は、アースから400kΩ以上のインピーダンスで浮くことになり、信号が通過する。図7および図8は、サンプリング信号と原波形を示したものである。実際にはゲート断のときには信号は完全には遮断さ

れず、ゲート開のときの-30dBの信号が通過している。この信号の漏えいは、原理的に最終の直流出力に影響を及ぼさない。

3.3 基準信号のサンプリング

基準信号を受波信号記録の途中に、適当な時間間隔でそう入するためには、まず同期パルス数を計数器で計数し、あらかじめ設定した数、たとえば223パルス(図9参照)に達したとき、受波抑制信

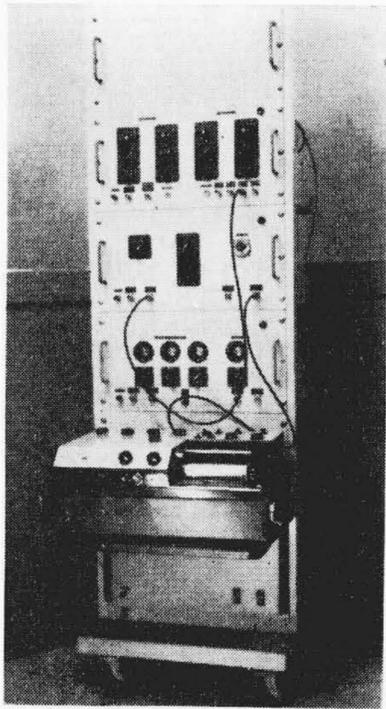


図4 感度自動記録装置

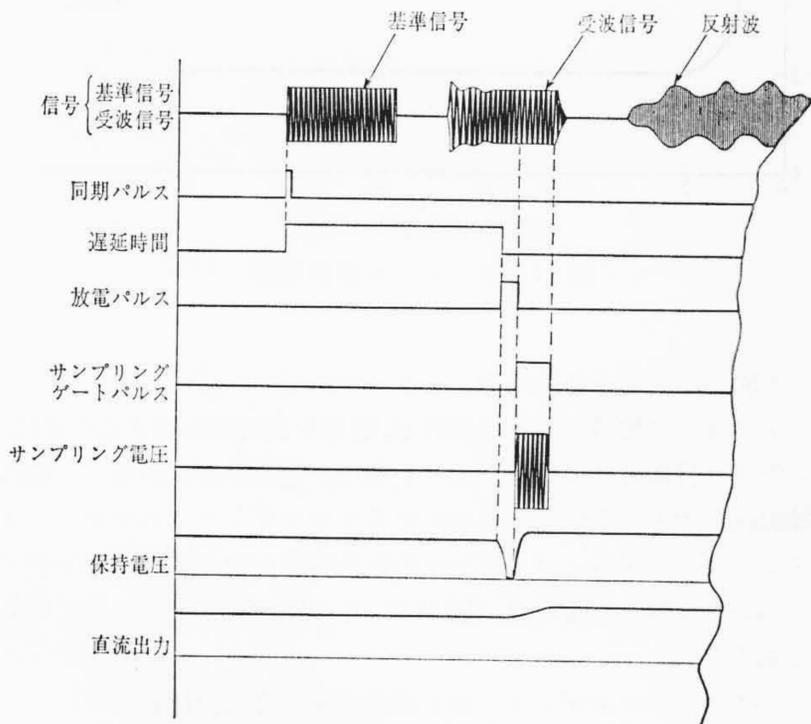


図6 受波信号系の動作の時間的關係

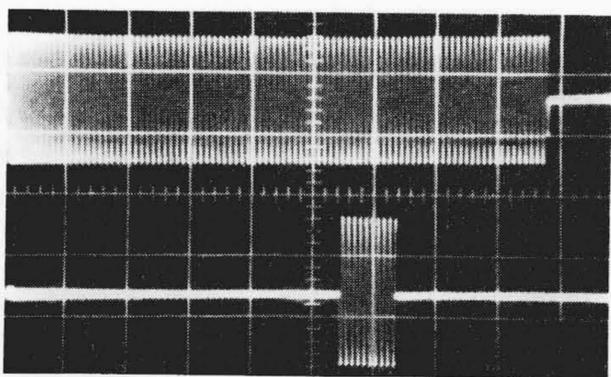
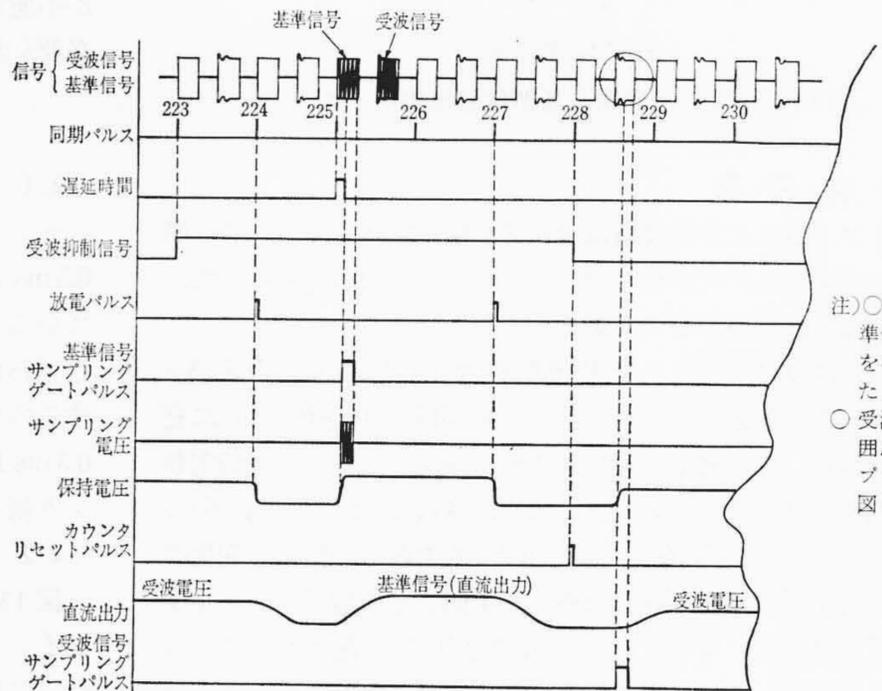


図8 サンプルング波形 (f=20 kc)

号で受波信号サンプルング系の入力を断にする。224 パルスで、直流出力を零にする放電パルスを作る。225 パルスで基準信号をサンプルする。なお、サンプルングゲート回路は、受波信号のそれと同一回路形式であるので、信号の任意の部分をサンプルする過程の細部は、受波信号の場合と同様である。227パルスで放電パルスを作り、直流出力を再び零にする。228パルスで受波抑制信号が解除され、受波信号サンプルング系が動作する。これと同時に、計数器はリセットされる。



注)○受波信号, 基準信号共正弦波をパルス変調したものである。
○受波信号(丸で囲んだ)のサンプルング関係は図6参照。

図9 基準信号系の動作の時間的關係

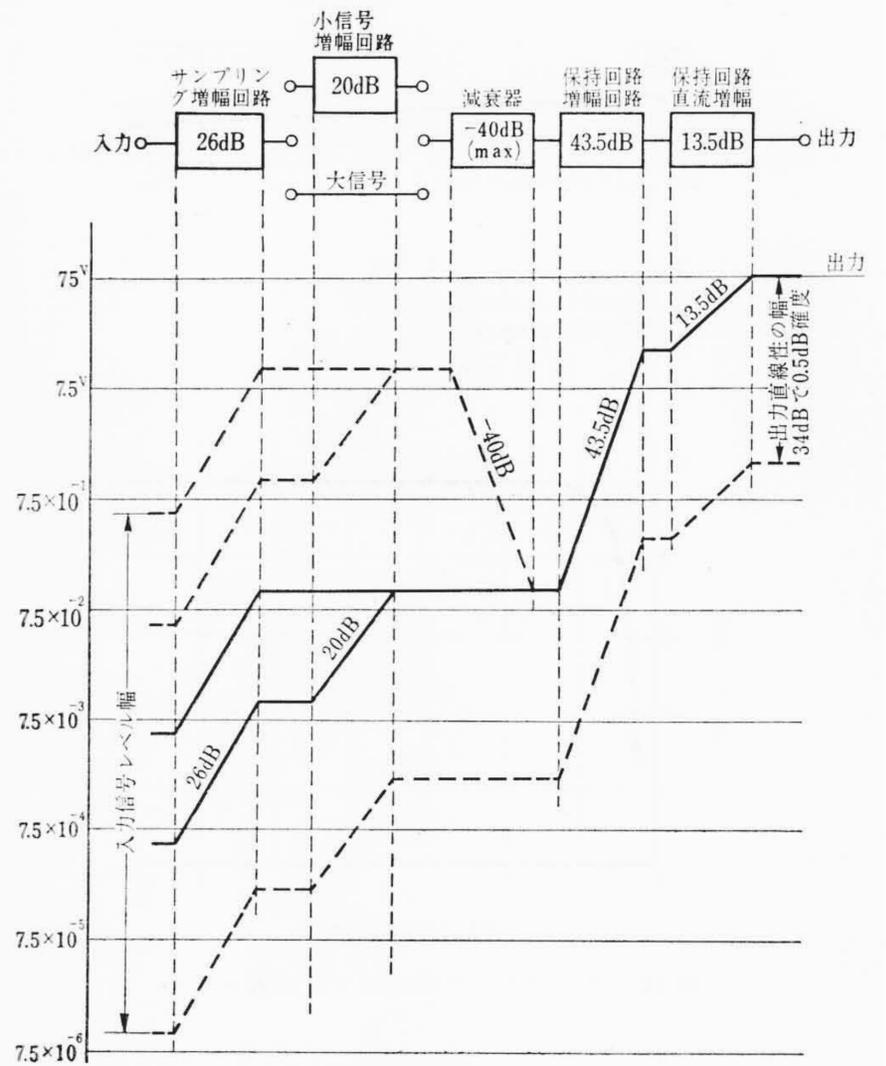


図5 信号系のレベルダイヤグラム

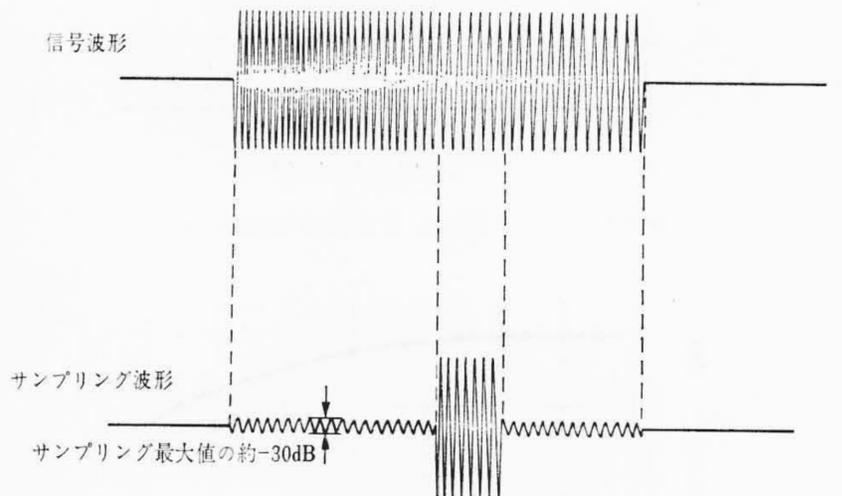


図7 サンプルング波形 (f=20 kc)

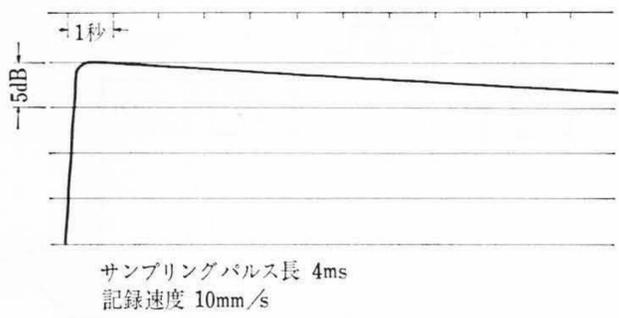


図10 立上り保持特性

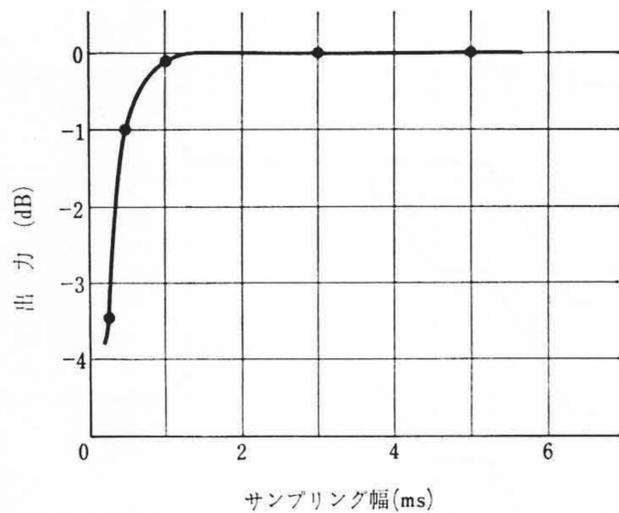


図12 サンプリング幅に対する出力レベル

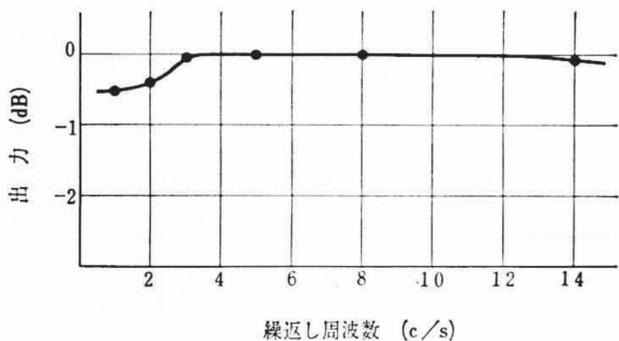


図13 パルス繰返し周波数と出力レベル

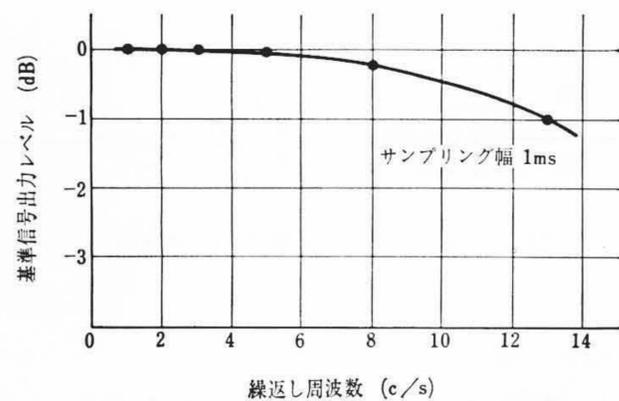


図14 繰返し周波数と基準信号出力レベル

3.4 保持回路

サンプリングされた信号は増幅されて、保持回路に導かれる。保持回路は、サンプリングされた短いパルスのせん頭値を保持して、記録に必要な直流を得るものである。

まず、信号はカソードホロウ V-507 を通じて充電用 6AL5 (V-508) のカソードに加えられ、コンデンサ C-515 (0.01 μ F) を負に充電し保持される。この充電時定数は 4 μ s である。この電圧は時定数の大きな増幅回路を通り出力として取り出される。この立ち上がり、保持特性を示したのが図10である。また、入力信号の振幅の変化に対して、直流出力を追従させるために、1回ごとの信号のサンプリング、充電の直前に、コンデンサの保持電圧を放電パルスによって、短時間(時定数 4 μ s)に零電位まで放電させる。しかし、この短時間の電圧変化は記録には現われない。次に本装置の生命であるホ

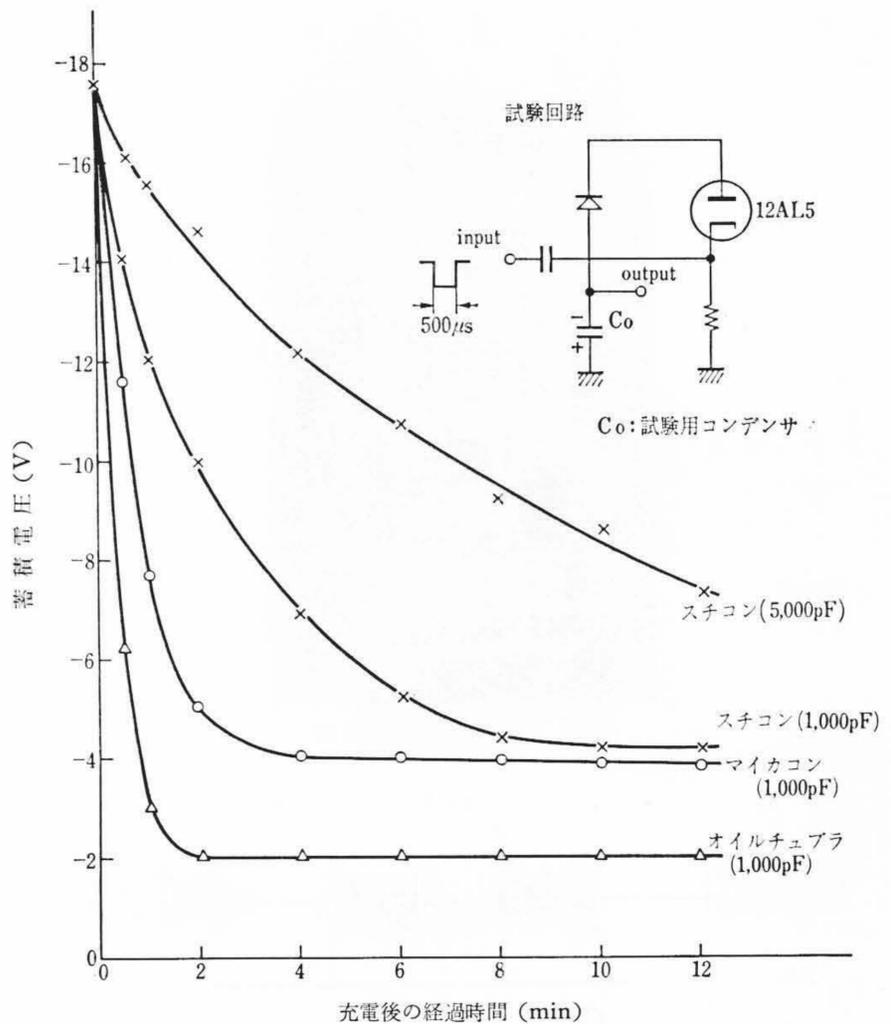


図11 コンデンサ保持特性

ールド回路に使用する保持用コンデンサについて述べる。

サンプリング信号をピーク検波し、信号を長時間保持するために、コンデンサ自体の絶縁抵抗が大きいものを選ぶ必要がある。一般に絶縁抵抗が大きいものに、ポリエチレンコンデンサ、スチロールコンデンサなどがある。コンデンサの保持特性を次の3種のコンデンサについて試験を行なった。図11は、その特性をグラフに示したものである。

- スチロールコンデンサ (富士通信機製造株式会社製)
- オイルチューブラーコンデンサ (松尾電機株式会社製)
- マイカコンデンサ (双信電機株式会社製)

図11より明らかなように、前記3種のコンデンサの中でもっとも保持特性が良好なのは、スチロールコンデンサである。また保持特性を良くするには、容量を増すとよいが、そうすることにより充電の時定数が、大きくなりすぎ、サンプリング信号電圧のピーク検波が不能になる。したがってこれらの点も考慮して、容量を決定する必要がある。本装置では、スチロールコンデンサを用いている。

4. 総合特性

4.1 サンプリング幅と出力

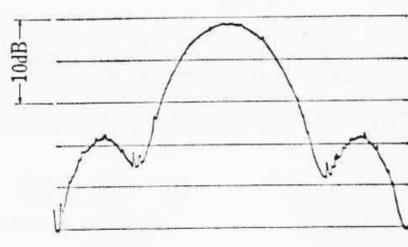
サンプリング幅による出力の変化を見たのが図12である。幅が 0.5 ms 以上では出力は一定となるが、それ以下では、出力は減少している。この原因は、保持回路の充電時定数が長いことによるものと思われる。実際使用する場合、サンプリング幅を一定にして使用するので、あまり問題にならないが、基準信号をそう入する場合、0.5 ms 以下の幅で使用するとき、基準信号、受波信号のサンプリング幅を同じにする必要がある。

4.2 繰返し周波数と出力レベル

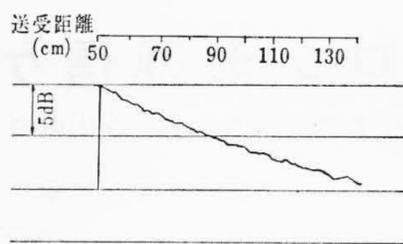
図13は、サンプリング繰返し周波数と出力レベルとの関係を示したものである。低い繰返しのとき、レベルが 0.5 dB 低下しているのは、保持回路の電圧保持特性に原因するものと思われる。



図15 出力の直線性



周波数 40kc
記録速度 3mm/s マーカー 5°
図16 指向性 (磁歪振動子)



周波数 20kc
図17 音波伝搬特性

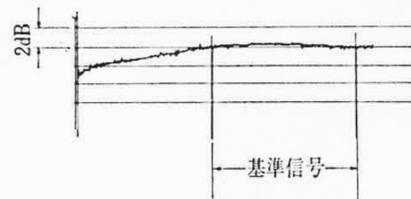


図18 送波器を水中に投入した直後の感度積変化

4.3 繰返し周波数と基準信号出力レベル

保持回路の立ち上がり特性 (図10参照) は、0.3 sec で十分立ち上がるので、パルス繰返しが3 c/s 以下であれば、レベル誤差はこれを無視してもよい。図14は、繰返し周波数と基準信号出力レベルとの関係を示したものである。実際の記録の場合には、記録紙の速度が非常に遅いので、基準信号は、1本の線のように記録紙に現われる。したがって、受波信号と明確に分離して読み取るためには、基準信号レベルを、受波信号レベルより高く設定する必要がある。

4.4 出力の直線性

図15は、入力信号を抵抗減衰器で加減して出力を記録紙に書かせたもので、34 dB の変化に対して、0.5 dB の誤差である。

5. 測定例

5.1 指向性の測定

図16は磁歪振動子の指向性を描いたものである。角度マーカを記録のうえにそう入したが、レベルが小さいため明確には認められないので、別に手動でマーカを入れてある。

5.2 音波伝搬特性の測定

図17は、磁歪振動子を受波器として音源から遠ざけた場合の、音

波伝搬特性を示したもので、図は球面拡散をしていることを示している。図中、小さな凹凸は、測定系の誘導の影響によるものと思われる。

5.3 受波器を水中に投入した直後の感度の変化

受波器を水中に投入した直後、受波器のみかけの感度の変化する模様を示したのが図18である。図中基準信号をそう入したのが、明確に読み取れる。

6. 結 言

この装置の製作について、保持回路の充電時定数を短くすること、および保持特性をさらに長くすることなど、まだ問題は残されているが、この装置によってパルス法による、Point to Point の測定の不便を解消することができ、測定精度の向上と測定時間の短縮に大いにその効果を示した。また基準信号のそう入によって、長時間にわたる測定においても高い確度を保ち、さらに、相対値の記録だけではなく、絶対値の読み取りも可能になった。

参 考 文 献

- (1) J.D. Wallace, E.W. Mc Morrow: J.A.S.A. 33, p. 75 (1961)
- (2) 中村, 伊藤: 音響学会講演論文集 (昭40-5) 37

お わ り

本誌6月号 (第48巻第6号) 58頁掲載の表4「アメリカ三大ボイラメーカーの超臨界圧ボイラ受注実績」中、「Himeji #2 発電容量 450 MW」とありますのは「Himeji #4 発電容量 450 MW」の誤りでございます。ここに訂正申し上げます。