

# 空電方位測定機の單方向受信

岩井 章 江淵 忠輝 伊藤吉之助  
村田 友司 田中津太雄 加藤 利郎

## I. 緒 言

在來行われて來た空電の受信方式は大部分が兩方向性のものであつた。(1)(2)(3)(4)(7) 最近、時には單方向性のものが使用される様になり、各処で各種の方式のものが試みられているが、一般には單方向受信は兩方向受信に較べると精度が劣るものである。

普通の通信においては測定対象が連続波であるから、方向を測定して後、向きを決定する余裕があるけれども、空電はその継続時間が1 msec. 内外のものであるから、(1) これ等の方向と向きを瞬時に測定しなければならないので複雑な附加機構を必要とする。

今迄は兩方向受信で空電の方位測定を行つて來たが、この時種々の困難な問題が起る。先づ第1は2点観測の場合に勿論、3点観測の場合でも、これらの交点が非常な遠距離となるものについては、その交点がどちら側になるかと云う事すらも分らない場合が多い。即ちセンスも分らず180°の誤差が混入する恐れが多分にある。又それらの受信方位が基線上に來た場合、それらの交点が分らない場合が多い事等である。

これ等種々の問題を解決するための最良の方法は3点観測とし、その観測基線を延す事である。然し日本本土は細長く、その上に扱ひ得る観測点では南西に対しては余り有効な基線が得られない。それにも拘らず南西方向より到來する空電は非常に多く、然も遠距離であるため、それら空電の観測には日本本土内に限定されている現在の状態では飛躍的な改善が望まれない。(5)

そこでこれらの困難を出来るだけ打開する方法として單方向受信により誤差を極力減らし、然も兩方向受信と同一の精度を保つ様な方式の空電方位測定機により観測するのが望ましい。

又その様な方位測定機を3点観測の1点に使用すると方位測定の見誤差を検討する上において絶対的な基準が出来る事になり、これは観測基線を延す事と相俟つて、測定精度の向上が期待される。

又單方向受信により1点で方向分布やその電界強度の統計的なものの観測も可能となるので、観測経費や

整理時間その他の節約になり大いに有効である。

このため、この目的に適合する單方向性の空電方位測定機を設計し試作中であるが現在は未だ完成していない。以下に中間報告として当研究室において試作している單方向性空電方位測定機の概要を記述する。

## II. 單方向受信

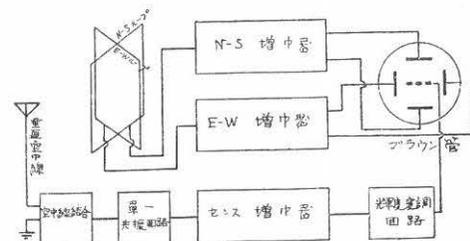
單方向受信の場合において要求されることは、測定精度を兩方向性と全く同一に保持してゆくと云う事である。

一般に單方向受信には桿型又はアドコック空中線が垂直空中線と組合せて使用される。そしてそれらの組合せは一般の通信の受信においては普通受信機のトップにおいて行われる。(6) 然し瞬時型のパルス受信においては測定精度を嚴重に保つ爲に、兩方向方式の従來の方位測定機のトップにその様な組合せは出來ないのであつて、センス決定のためにN-S、及びE-W増幅器と同様な増幅器が他に一つ必要になる。そして單方向を示すためにはブラウン管の輝度変調グリッドで行うのが普通に行われる方法である。(8)

大体原理的にはこの方式を採用し、これに測定精度を兩方向性と同一に保つために特別な方式を併用している。

第1図はこの方位測定機のブロックダイアグラムである。

第1図 單方向空電方位測定機系統図



此処に示す方位決定の TWO CHANNEL (4) の増幅回路系は今迄使用されて來たものと全く同様なものであるため測定精度は少しも阻害されない。然してセンス増幅器は方位決定増幅器と電氣的に嚴密に同一特

性——特に位相特性——なる事を必要とする。これは空電の方位測定においては視測対象が雑音であるので、特に嚴重に要求される。

方位測定用空中線としては桿型空中線を用い、センス決定には桿型空中線より十数米離れた5mの垂直空中線を使用する。

処が桿型空中線に誘起される起電力と、垂直空中線に誘起される起電力との間には90°の位相差を有する。そのため一應、垂直空中線の出力に桿型空中線出力と同一位相になる様な回路を附加しなければならぬ。

センス決定用増幅器においても、方位決定用増幅器と同様に、同一の受信バンドと同一なQを持たさねばならない。これは受信対象が雑音で通帯域の全周波数を含んでいるためである。そのため桿型空中線回路と同一の値のL, C, Rで同一Qとする。そしてそのLに誘起される電圧を桿型空中線に誘起される電圧と全く同一に——特にその位相——しなければならぬ。

この出力を第2図にそのブロックダイアグラムを示してある処の増幅器で増幅し、N-S, E-W, センスの各々の出力がその出力端子において全く同一位相で出て来る様にする。

第2図 空電方位測定機主増幅器系統図



方位決定用増幅器の出力はそれぞれの偏向波に絡ぎ、センス決定用の出力は更に輝度変調回路を通し、必要に応じて種々の波形に変換して後、ブラウン管のグリッドに印加して単方向像を得る。

### III. センス決定装置

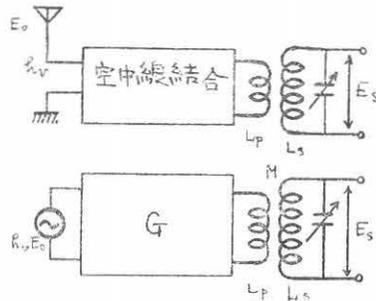
#### 1. 垂直空中線部及び結合回路部

上述の如く、桿型空中線に誘起される信号と同一の信号を得る回路として第3図の如きものを考える。この回路よりの出力が桿型空中線の出力と振幅及び位相が全く等しいためには次の関係を満足させる事が必要である。

$$MG = \frac{NA}{Ch_v} = \frac{h_l}{\omega h_r}$$

此処に、Mは相互インダクタンス、Gは結合回路の傳達コンダクタンス、Nは桿型空中線の巻数、Aは桿型空中線の面積、Cは光速、h<sub>v</sub>は垂直空中線の実効高、ωは角周波数、h<sub>l</sub>は桿型空中線の実効高、であ

第3図 空中線結合回路



る。

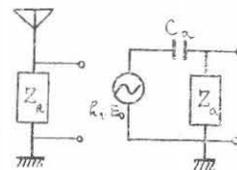
上式より、N, A, C, h<sub>v</sub>, Mは皆実数である故、Gも亦実数である。これは結合回路がコンダクタンスのみでなければならない事を示す。即ちこの回路は広帯域とし信号の通過に際し遅延時間を極力小ならしめねばならない。

又上式は周波数に無関係に成立する関係である。これは空電の受信においては重大な意味のある事で、かかる関係の成立する様な回路として本回路を採んだのである。それは空電が雑音であり、あらゆる周波数帯に亘つて分布しているからである。

かくて垂直空中線に誘起された信号が桿型空中線と全く同様の波形となつて主増幅器へ導かれる。

次に上記の関係を満足する結合回路であるが、使用する垂直空中線は5mであり使用波長に比して遙かに短いので(使用波長は30,000m)、これを等價的に容量と考えると、この等價回路は第4図に示す如くな

第4図 空中線結合

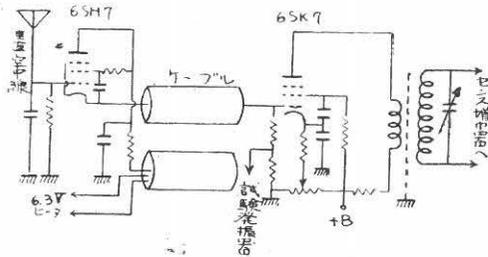


り、負荷インピーダンスZ<sub>a</sub>の両端に現われる信号の位相を遅らせないためには、Z<sub>a</sub>に1/ωC<sub>a</sub>(C<sub>a</sub>は空中線実効容量)より遙かに大きい抵抗を使うか、又はZ<sub>a</sub>にC<sub>0</sub>なるコンデンサーを使用するかのどちらかである。それ故C<sub>0</sub>を使用する事にし、垂直空中線の直下におきこの出力を導入するため、カソードホロワーにて取出し、同軸ケーブルで結合して後、所要利得になるまで増幅する。その回路を第5図に示す。使用真空管は6SH7, 6SK7である。

今6SH7の相互コンダクタンスをg<sub>m1</sub>, 6SK7のそれをg<sub>m2</sub>として計算すると、

$$g_{m2} = \frac{h_l(C_a + C_0)(1 + g_{m1}R)}{\omega M h_v C_a g_{m1} R}$$

第5図 垂直空中線結合回路



上式に夫々の値を代入して計算すると  $g_{m2} \approx 200 \mu\text{v}$  となる。即ち 6SK7 の  $g_m$  は  $200 \mu\text{v}$  で充分であり、所定の値になる様に可変抵抗で調整すればよい。

本回路について行つた実験例を第6図(次頁に掲載)に示す。垂直偏向板に枠型空中線出力を加え、水平偏向板に垂直空中線出力を加え、試験発振器にて周波数を順次変えて撮影したリサージュ図形である。この写真より計算された結果によれば、位相補整は  $87^\circ 50'$  で、 $Q$  は約 20 であつた。完全に  $90^\circ$  の位相補整は出来なかつたけれども、この程度の差ならば、単方向信号として充分実用し得るし、又主増幅器において補整する事も可能である。

本回路による電源よりの雑音は可成り大きく、カソードホロワ出力で、数百 mV に達する故、設置場所を厳選すると共に、出来る限り、 $Q$  を大ならしめねばならない。

## 2. 輝度変調部

輝度変調の必要性は両方向受信の場合においては寧ろ附随的なものであつたが、単方向受信の場合においては輝度変調回路が最も重要な働きをするものである。

単方向受信はその単方向を示すために輝度変調を行うのであり、輝度変調に必要な入力信号を垂直空中線から得るのである。

尚単方向受信に要求される最も重要な条件である処の精度を両方向性に保つと云う事を満足するために、特別なセンス決定用増幅器を設けたのであり、方向受信は N-S, E-W の両増幅器で従来と同様に行い、それをブラウン管のグリッドで電子ビームを制御して半周期のみスポットを抑制して目的を果している。

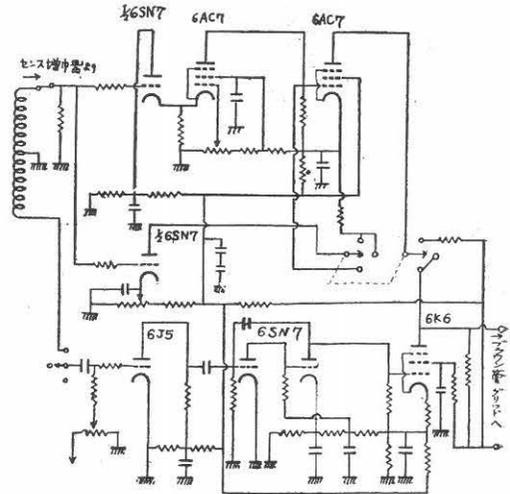
又この輝度変調は両方向性にする事も可能ならしめると共に、単方向受信において半周期完全にビームを抑制する方式と、単に暗点を以つて単方向を指示し全体の振幅は両方向性のものと同様である方式と、任意に切替え得る様になつている。

これ等の必要性は目視観測や、統計的な写真観測等には単方向消去方式が望ましいし、個々の空電を流しているフィルム上に撮影しこれを幻燈で拡大してその方位を読む場合には単方向指点方式でないとなつて誤差が非常に大きくなり、両方向受信に較べて測定精度が著しく劣るからである。

これ等両方向受信、単方向消去受信、単方向指点受信は任意に切替スイッチで簡単に切替えられる。

次に本回路の結線図を第7図に示す。

第7図 輝度変調回路



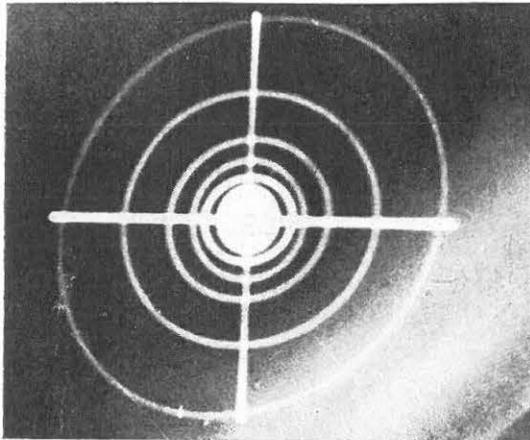
この回路は各種切替の必要上次の三つに分けられていてそれが互に結合されている。

- A. 空電に同期して或一定時間矩形波を出す回路。
- B. 空電の各半周期のみ矩形波を出す回路。
- C. 空電の各半周期の中で或る値を越えた時のみ矩形波を出す回路。

これらの回路の中 A のみを使用すると両方向受信となり、A と B を使用すると単方向消去受信となり、A と B と C を使用すると単方向指点受信となる。

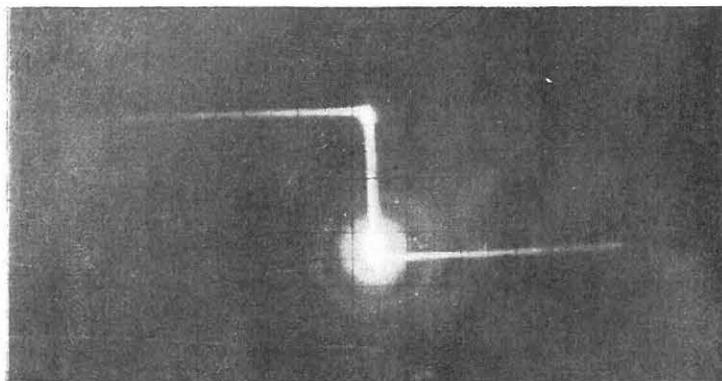
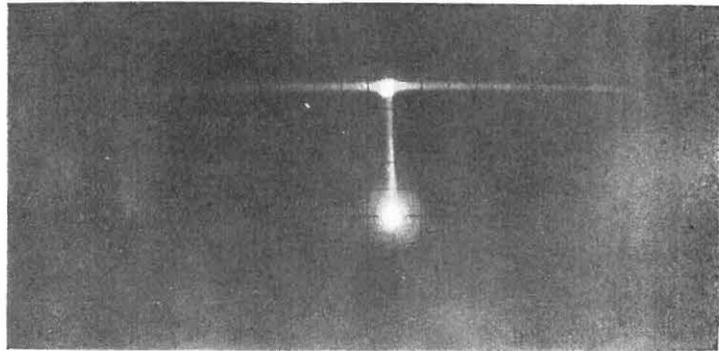
本回路の働作を第8図に示す。

第8図①は輝度変調回路への入力空電波形を示す。②は①の波形が半波整流されて矩形波になる事を示している。これは第7図の  $1/2 6SN7$  と  $6AC7$  の陰極結合による矩形波発生回路により得られるもので、その他の如何なる半波整流回路よりも剪断特性は良好であつた。尚  $6AC7$  の半固定抵抗により剪断レベルが自由に変えられる。③は偏倚された整流回路出力を示し、偏倚値以上の振幅のもののみが出力として出る。②と③は位相が逆であるので、これを加えて



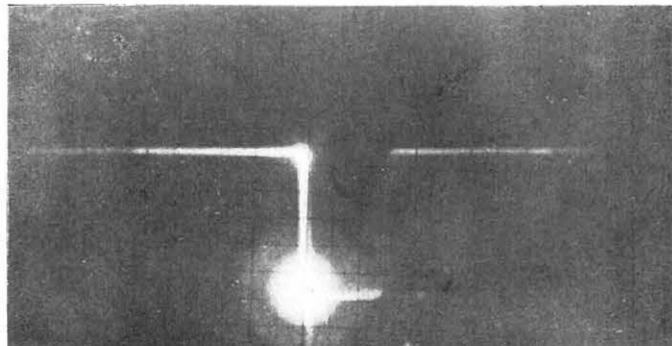
第6図 空中線結合回路と棒型空中線回路との位相差及びQの比較のリサージュ図形

第9図 両方向受信の場合の輝度変調波形

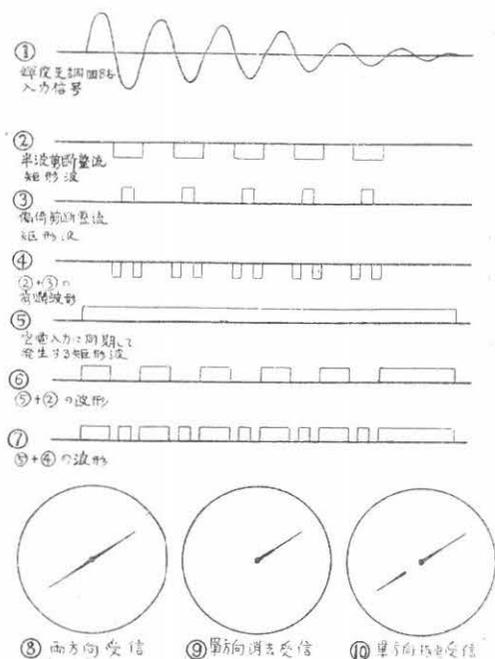


第10図 単方向消去受信の場合の輝度変調波形

第11図 単方向指点受信の場合の輝度変調波形



第8図 輝度変調回路の動作波形



④の波形とするのに陽極結合が可能で、良好な剪断特性が得られ、これを更に6AC7にて剪断して符号を反転すると同時に剪断特性を改善している。

⑤は①の空電入力に同期して或る時間出る矩形波を示す。これは単撃型パイプレーターの出力矩形波を6K6で更に剪断して上縁を完全な平坦とした正の矩形波形である。⑥は⑤の矩形波と②の半波整流波との陽極結合により得られる波形である。⑦は⑤と④の波形の結合により得られる波形を示す。

負に偏倚されビームの出ていないブラウン管のグリッドに上記⑤、⑥、⑦の波形を夫々加え、偏向板に方位信号を加えると、螢光膜上には⑧、⑨、⑩の空電像が夫々得られる。

第9図、第10図及び第11図は水平偏向板に減衰振動パルスを加え、このパルスを輝度変調の入力に加え

て、その出力を垂直偏向板に加えた時の輝度変調回路のパルス応動写真を示す。この写真で見られる如く、剪断は尖鋭で、矩形波の平坦部の直線性も良好である。パルス応動の輝度変調特性も甚だ良好で、単方向受信の輝度変調回路としての機能を充分果している。

#### IV. 結 言

単方向空電方位測定機が両方向のものに較べて附加されているものは上述のもののみであり、他は総て両方向のものと同様である。

前述の如く単方向空電方位測定機は試作中であるが、基礎実験において検討された結果によれば充分満足な動作が期待される。唯、今までの方式においても楕円となつた夜間誤差等の問題等から如何程妨害されるかが問題であるが、これの検討は装置完成後、試験視測において充分検討する。

#### 参 考 文 献

##### 雜 誌

- (1) 金原：空電研究所報告 第1巻 第1号 1950.
- (2) 大島・岩井・伊藤：空電研究所報告 第1巻 第1号 1950.
- (3) W. T. Kessley: Direction Finder for Locating Storm. Electronics, May, 1948.
- (4) F. Adcock: The Location of Thunderstorms by Radio Direction Finding. J.I.E.E. 1946.
- (5) 鎌田・大津・高木：空電研究所報告 第2巻 第1号 1951.

##### 書 籍

- (6) R. Keen: Wireless Direction Finding; 1938.
- (7) R. A. Watson Watt: Applications of the Cathode Ray Oscillograph in Radio Research; 1933.
- (8) R. A. Watson Watt: British Patent; No. 305,250.