
研 究

イオノグラム自動処理システムの開発

2. イオノグラム伝送システムのハードウェア

永山 幹敏*¹, 野崎 憲朗*², 加藤 久雄*¹
(昭和63年10月22日受理)

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC IONOGRAM PROCESSING SYSTEM

2. HARDWARE OF IONOGRAM TRANSMITTING SYSTEM

By

Mikitoshi NAGAYAMA, Kenrou NOZAKI, and Hisao KATO

A digital ionogram transmitting system consists of remote pre-processors attached to the ionosondes at five ionosphere observatories and a data collecting processor at the central processing location. The pre-processors make digital ionograms and store them in the local files, and the data collecting processor gathers them through telephone lines and finally transfers them to the files at the central computer. All terminal processors are made up of microcomputers designed to operate automatically according to the ionosonde observing schedules and the central computer processing conditions. The pre-processors, built carefully to reject interference from severe ionosonde pulses, have additional circuit modules that enable the pre-processors to carry out simultaneously multiple functions of interface with ionosondes, local monitoring, and communication control.

1. はじめに

電離層観測からデータの収集、読み取りおよびデータ処理に及ぶ一連の作業を、人手を介することなくすべて電子計算機によって、自動的に行うイオノグラム自動処理システムを開発した^{(1)~(3)}。ここでは、各観測所(稚内, 秋田, 国分寺, 山川, 沖縄)のイオノゾンデ(電離層観測レーダ)と共通利用の大型電子計算機を結ぶイオノグラム伝送システムのハードウェアについて述べる。この伝送システムの開発には、人手を全く介さずに動作すること、現用イオノゾンデの改造は最少限にとどめることを基本方針として行った。また、使用する計算機などは、できるだけ市販の標準品を使い、機械的に動く部分を極力減らし、長時間にわたる定常観測に耐えるよう

考慮した。

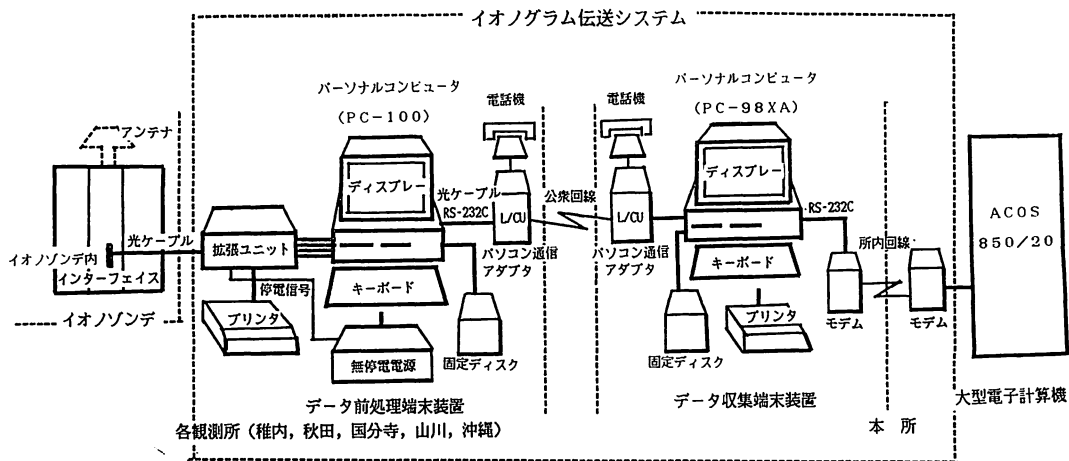
2. イオノグラム伝送システムの構成

イオノグラム伝送システムは、第1図に示すように基本的には各観測所に設置されたデータ前処理端末装置、本所に設置されたデータ収集端末装置、およびデータ前処理端末装置とデータ収集端末装置間のデータ伝送のために公衆電話回線を利用するパソコン通信システムで構成されている。その他に、イオノゾンデとデータ前処理端末装置を接続するイオノゾンデ内インターフェース、データ収集端末装置と大型電子計算機を接続するモデムと所内回線も含まれる。

国内5観測所で15分ごとに取得されるイオノグラムデータは、イオノゾンデ内インターフェースでデジタル信号に変換され、光ケーブルを介してデータ前処理端末装置に取り込まれる。本装置では、データの蓄積・伝送を

*1 情報管理部 電波観測管理室

*2 沖縄電波観測所



第1図 イオノグラム伝送システムの構成

効率良く行うため、イオノグラムから不要な信号を除去し、符号化した後、固定ディスクに格納する。各観測所で蓄積される前日観測分のイオノグラム（通常96コマ/日）は、公衆回線を使用するパソコン通信で、本所に設置したデータ収集端末装置へ伝送され、同装置の固定ディスクに格納される。収集された全観測所のイオノグラム（480コマ/日）は、大型電子計算機の稼働を確認した後、自動的に転送される。

2.1 イオノゾンデ内インターフェース

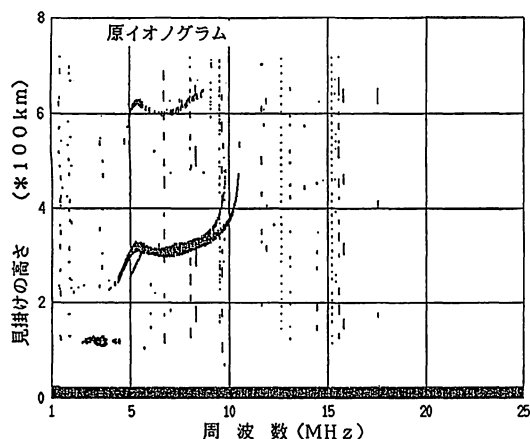
イオノゾンデは、周波数掃引されたパルス電波を上空に発射し、その反射周波数から電子密度を、その伝搬時間から電離層の見掛けの高さを測定するパルスレーダである⁽⁴⁾。電離層からの反射信号は、横軸に周波数、縦軸に見掛けの高さを取ったイオノグラムと呼ばれる画像（第2図参照）の形で出力される。このイオノグラムデータは、イオノゾンデ内インターフェースを介して伝送

システムのデータ前処理端末装置に収集される。収集されるデータ量は、観測周波数が1~25 MHzまでの範囲を20 kHzステップで観測しているため、1イオノグラムは1200ライン（観測周波数）で構成される。また、各画素は二値化され、高さ方向は1 kmごとにサンプリングし、取得する高度範囲を-100~747 kmとしているため、総情報量は1200（周波数）×848（ビット）=1017.6 Kビット（127.2 Kバイト）となる。

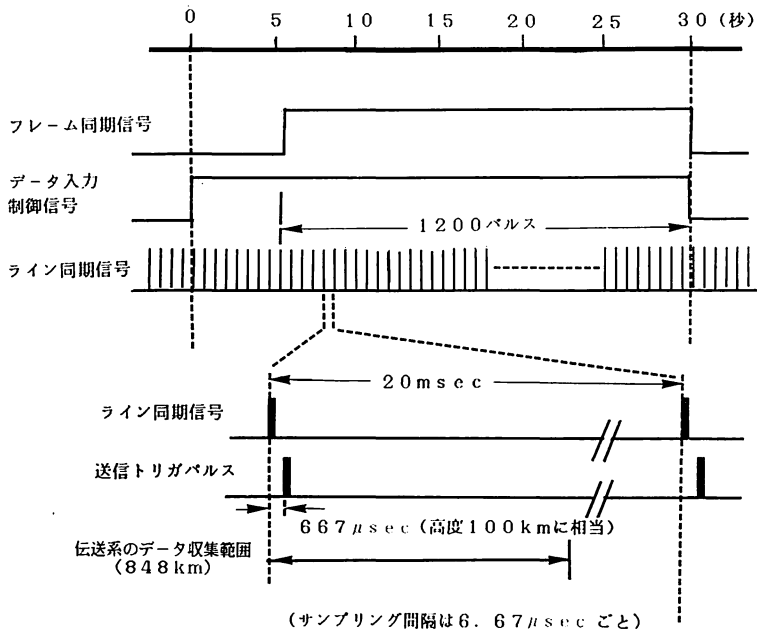
イオノゾンデの各種信号のタイムチャートを第3図に示す。フレーム同期信号は、イオノゾンデを観測状態にするために、観測ごとに24秒間出力される矩形波である。ライン同期信号は、50 Hzのパルスで、フレーム同期信号をはじめ、観測に必要な信号の時刻制御のための基準信号である。送信パルスは、フレーム同期信号が出ている間、ライン同期信号から667 μsec（100 kmの観測高度に相当）遅らせたトリガパルスでトリガされて、1 MHzから25 MHzまで、20 kHzステップで周波数掃引しながら、1200回発射される。データ入力制御信号は、指定した時間の観測データのみ伝送システムに取り込むための出力信号で、通常は15分ごとの定時観測に設定される。データ入力制御信号が出力されると、受信信号の伝送システムへの取り込みがライン同期信号で開始する。

このように、受信データの取り込みを送信パルスの発射の667 μsec前から始めるのは、強烈な送信パルスによる誤動作を防ぐためと、装置内遅延で、送信パルスと高度目盛信号の時刻ずれをデータ前処理端末装置へのデータ転送時にソフトウェアで補正するためである。

イオノゾンデ内インターフェースの基本的回路構成を第4図に示す。本インターフェースには、イオノゾンデから入力される信号をTTLレベルに変換後、直列信号



第2図 取得される原イオノグラムの一例



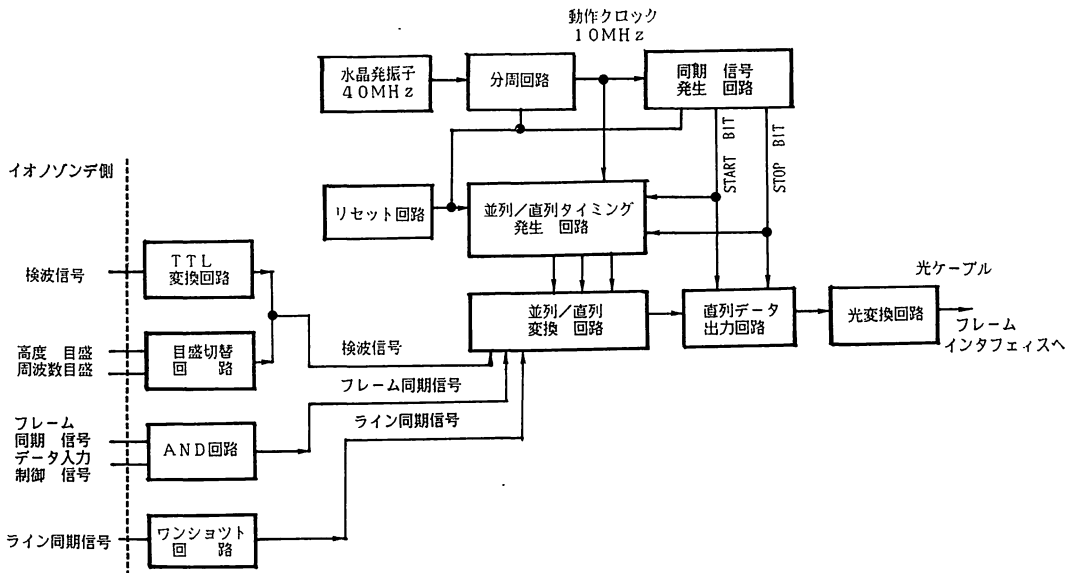
第3図 各種信号のタイムチャート

フレーム同期信号：イオノゾンデを観測状態にするための信号

ライン同期信号：時刻制御のための基準信号

送信トリガパルス：送信パルスを発射するためのトリガ信号

データ入力制御信号：指定時間の観測データのみ伝送システムに取り込むための信号。



第4図 イオノゾンデ内インターフェース

イオノゾンデからの入力信号は、必要な処理を受けた後、並列/直列変換回路で直列信号となり、光に変えて送出される。

に変換し、光に変えてフレームインターフェースに送出する機能を持たせている。光信号に変換するのは、強力な送信パルスによる妨害を防ぐためである。

イオノゾンデからの入力信号は、次の通りである。

- ① 検波信号 (Video 信号)
- ② 高度目盛 (50 km ごと)
- ③ 周波数目盛 (1 MHz ごと)
- ④ フレーム同期信号
- ⑤ データ入力制御信号
- ⑥ ライン同期信号

検波信号は、TTL レベルに変換する。高度・周波数目盛信号は、目盛切替回路によって目盛をイオノグラム画面全体に出力するか、一部分に出力するか、あるいはまったく出力しないか指定できる。検波信号と目盛信号は合成されて検波信号として出力する。

観測ごとに出力されるフレーム同期信号は、データ入力制御信号と合成しフレーム同期信号として出力する。ライン同期信号は、10 μ sec 幅に整形され出力される。

検波信号、フレーム同期信号およびライン同期信号は、並列/直列変換回路によって直列信号となり、1本の光ファイバによってフレームインターフェースに供給される。並列/直列変換回路は、水晶発振器 40 MHz を分周して 10 MHz にし、これを動作クロックとしている。また、直列信号の1フレームは、動作クロック10パルスごとに生成され、スタートビット(1)、データビット(8)、ストップビット(1)で構成されている。イオノゾンデからの検波信号、フレーム同期信号およびライン同期信号は、データビット8チャンネルのうち3チャンネル使用して送出される。

2.2 データ前処理端末装置

本装置は、イオノゾンデから実時間で信号を受けてイオノグラムを作成し、データ圧縮後、固定ディスクに蓄積する⁽¹⁾。また、データ収集端末装置へデータを送出する機能を持たせている。この外、各観測所でイオノグラムが利用できるモニタ機能がある。これら一連の動作は、一度システムを立上げた後は全て自動的に行われ、人手による操作は必要としない。

データ前処理端末装置は、次の機器で構成される。

パーソナルコンピュータ	PC-100, Model-20
256 Kバイト増設 RAM	ボード
固定ディスクユニットインターフェース	
拡張ユニットインターフェース	
拡張ユニット	TDK-6203
フレームインターフェース	
フレームバッファメモリ	(128 Kバイト)
プリンタバッファメモリ	(256 Kバイト)

固定ディスクユニット	容量 10 Mバイト
シリアルプリンタ	SP-80
マイクロ無停電電源	TUPS-500

各観測所に設置した本装置は、すべて規格を統一し、互換性を持たせている。

パーソナルコンピュータは、データ前処理端末装置の主プロセッサとしてイオノグラムデータの取込み、圧縮、蓄積および伝送を行う。

拡張ユニットは、主プロセッサの負荷軽減のため付加したもので、2つの機能をもっている。1つは、フレームインターフェース、フレームバッファメモリを対で使用し、イオノゾンデからのデータを実時間(観測開始から約24秒間)で受け、一担バッファメモリに蓄積し、受信終了後ただちに主プロセッサに送出(約3秒)する機能で、負荷は約 1/10 に軽減された。2つめは、プリンタバッファメモリで、主プロセッサは、プリンタの動作状態にかかわらず、出力内容をプリンタバッファメモリに転送し、次の処理を行うことができる。この結果、約 1/60 の負荷軽減を得ている。なお、拡張ユニットに組み込まれる基板の回路動作については、3. で詳述する。

固定ディスクユニットは、データ蓄積用で符号化イオノグラム1000枚格内する。

シリアルプリンタは、通常各種メッセージを出力するほか、必要に応じてイオノグラムなどを出力する。

マイクロ無停電電源は、停電(瞬間停電を含む)時の固定ディスクの保護を目的として付加したもので、停電検出後停電処理、即ち入出力を閉じて固定ディスクのヘッドを格納する時間を保証する。

しかし、全国的に見てほとんどの停電(瞬間停電については不明)は、5分以内であると言われていること、無停電電源のバッテリー容量は、停電開始20分後までシステムに電力の供給能力があることを考慮して、停電開始約10分後に停電信号を出力し、停電処理を行うことにした。この結果、固定ディスクの保護のみならず、瞬間停電対策にもなっている。

2.3 パソコン通信システム

各観測所と本所間のデータ伝送は、公衆電話回線を利用したパソコン通信で行っている。

通信システムは、	
パソコン通信アダプタ	L/CU
RS-232C/光変換アダプタ	GPNET/OPT-23

で構成される。

パソコン通信アダプタは、パーソナルコンピュータ通信装置推奨通信方式(JUST-PC)に準拠した装置を用いている⁽²⁾。この通信アダプタは、データ伝送に HDLC

手順が組み込まれており、無手順でのデータの入出力を行っても、誤りの無いデータ伝送を保証している。伝送速度は、通常 4800 bps で行い、公衆回線の状態により、自動的に 2400 bps に切り換える機能をもつが、本システムでは、各回線の状態を検討したうえで、秋田、国分寺については 4800 bps、稚内、山川、沖縄については 2400 bps の固定の伝送速度で行っている。

RS-232C/光変換アダプタは、主プロセッサ(PC-100)と通信アダプタ間を光ケーブルで接続して電氣的に切り抜き、送信パルスなどの外来雑音の影響を除いている。

2.4 データ収集端末装置

各観測所と本所間のデータ伝送には、公衆回線を利用することから、経済性を考慮して夜間に行うことにした。しかし、夜間には大型電子計算機が稼動していないこと、各観測所と本所のデータ伝送手順の複雑さを避けるため各観測所設置のデータ前処理端末装置と大型電子計算機の間本装置を配置し、各所のイオノグラムデータを収集させると共に、大型電子計算機への送出手続を行わせている⁽²⁾。これらの動作は、一度システムを立上げた後は、人手を介することなく、全て自動的に行われる。

データ収集端末装置は、次の機器で構成される。

パーソナルコンピュータ PC-98XA
 増設 RAM ボード (256 Kバイト)
 RS-232C 増設ボード
 5 吋固定ディスクインターフェースボード
 5 吋固定ディスクユニット 容量 20 Mバイト
 シリアルプリンタ
 パソコン通信アダプタ L/CU
 モデム
 タイマ

パーソナルコンピュータは、データ収集端末装置の主プロセッサとして、データの収集、蓄積および伝送を行う。

固定ディスクユニットは、5 観測所の符号化イオノグラムを10日分蓄積する。

データ収集端末装置と大型電子計算機の間は、RS-232C インターフェースと伝送速度 9600 bps モデムを介して所内回線で接続される。

3. 拡張ユニット

前節で述べたようにデータ前処理端末装置の主プロセッサは、イオノゾンの観測データを実時間で収集すると共に、データ圧縮・蓄積、データ伝送など仕事量が多い。主プロセッサは、シングルタスク用であるが、データ入出力制御を一見並列に動作させるには、主プロセッサの動作とは別にパラレルタスクとして動作可能な入出力

を持つ必要がある。これら入出力から主プロセッサへの要求に対して、主プロセッサの応答は必ずしも一致しないので動作のタイミングのずれを吸収するために、各入出力にはバッファメモリが必要となる。拡張ユニットは、これらバスラインに直接つながる入出力バッファを接続するもので、現在、フレームインターフェース、フレームバッファメモリおよびプリンタバッファメモリが格納されている。主プロセッサは、拡張ユニットに対して、すべて入出力としてアクセスする。この結果、仕事を分散して負荷軽減をはかれると共に、主プロセッサを制御計算機として動作させることができる。

以下に、フレームインターフェース、フレームバッファメモリ、および、プリンタバッファメモリの動作について述べる。

3.1 フレームインターフェース

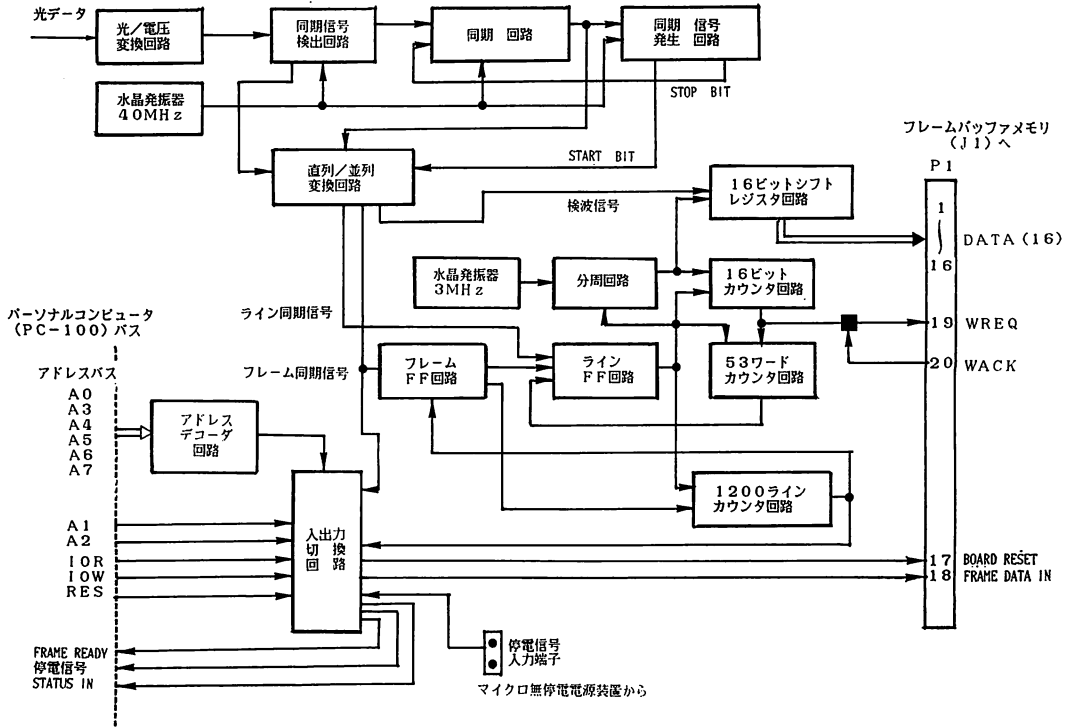
フレームインターフェースは、イオノゾンデ内インターフェースからの光データを、光/電圧変換回路で電圧値に変換した後、直列/並列変換回路によって検波信号、フレーム同期信号およびライン同期信号に分離する。その後、検波信号は、1 km ごとにサンプリングして、2 バイト/ワードの並列データにしてフレームバッファメモリに送出する機能を持っている。フレームインターフェースの回路構成を第 5 図に示す。

直列/並列変換回路は、電圧値に変換されたデータの各フレームのスタートビット、ストップビットを検出して、同期を保持すると共に、検波信号、フレーム同期信号およびライン同期信号を並列データとして出力する。

フレーム同期信号が入力されると、イオノグラムデータの取り込みが可能となり、ライン同期信号で、データの入力を開始する。20 msec ごとのライン同期信号がくると、水晶発振器 3 MHz を分周して作られる 6.67 μ sec (高度 1 km に相当) のクロックが、16 ビットカウンタおよび16ビットシフトレジスタに加えられる。シフトレジスタは、検波信号を16ビットの並列信号に変換すると共に、カウンタは16ビットカウントすると共に、フレームバッファメモリに書き込み要求(WREQ)信号を送出する。これを53回(1ラインのデータ収集:16ビット \times 53回=848 km) 行うとデータの収集を一端終了し、次のライン同期信号を待つ。1200回ライン同期信号が入力されると、1200カウンタは、フレーム入力終了信号を発生し、フレームレディ信号を出力して主プロセッサにイオノグラムの入力を要求すると同時に、フレームバッファメモリに対してボードリセット信号を出力する。

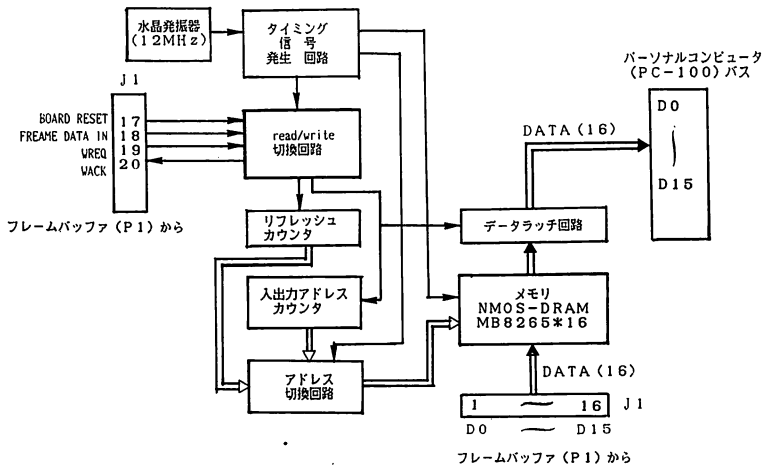
3.2 フレームバッファメモリ

フレームバッファメモリは、フレームインターフェースから転送される検波信号を順次入力し、主プロセッサ



第5図 フレームインターフェースの回路構成

直列信号は、直列／並列変換回路で並列信号に変換される。フレーム同期信号でデータ収集が可能となり、ライン同期信号でデータの収集を行う。検波信号（Video信号）は、16ビットごとの並列信号に変えられて出力される。



第6図 フレームバッファメモリの回路構成

1イオングラムデータの容量をもつフレームバッファメモリは、フレームインターフェースから送出される16ビットごとの検波信号を順次メモリへ蓄積する。主プロセッサからの出力要求に応じて出力する。

からの要求に応じて、1ワードごとに順次出力する機能を持っている。メモリ素子は、64KビットNMOS-DRAMを16個使用し、イオングラムデータ1枚分の容量を持っている。回路構成を第6図に示す。

リフレッシュは、リフレッシュカウンタを持ち出力要求の無い時、RASオンリーリフレッシュを行う。アドレス指定のカウンタは、入出力共用である。

フレームバッファメモリは、フレームインターフェー

スから、入力要求 (WREQ) が来ると、その時の入力カウンタ番地へデータを書込み、カウンタを1インクリメントし、ライトアクリッジ信号 (WACK) を返送する。

イオノグラムの受信が終了すると、ボードリセット信号によって、入力カウンタはクリアされる。

主プロセッサからの読み出し要求によってバッファメモリは、出力カウンタの番地からデータを読み出し出力する。終了するとボードリセット信号によって出力カウンタはクリアされる。

3.3 プリントバッファメモリ

プリンタへのデータ入出力は、セントロニクス仕様に準拠している。

プリンタバッファメモリは、パーソナルコンピュータのバスラインから直接プリントデータを受け取り、プリンタの動作にあわせてデータを出力する機能を持っている。メモリ素子は、256 Kビット NMOS-DRAM を8個使用している。回路構成を第7図に示す。

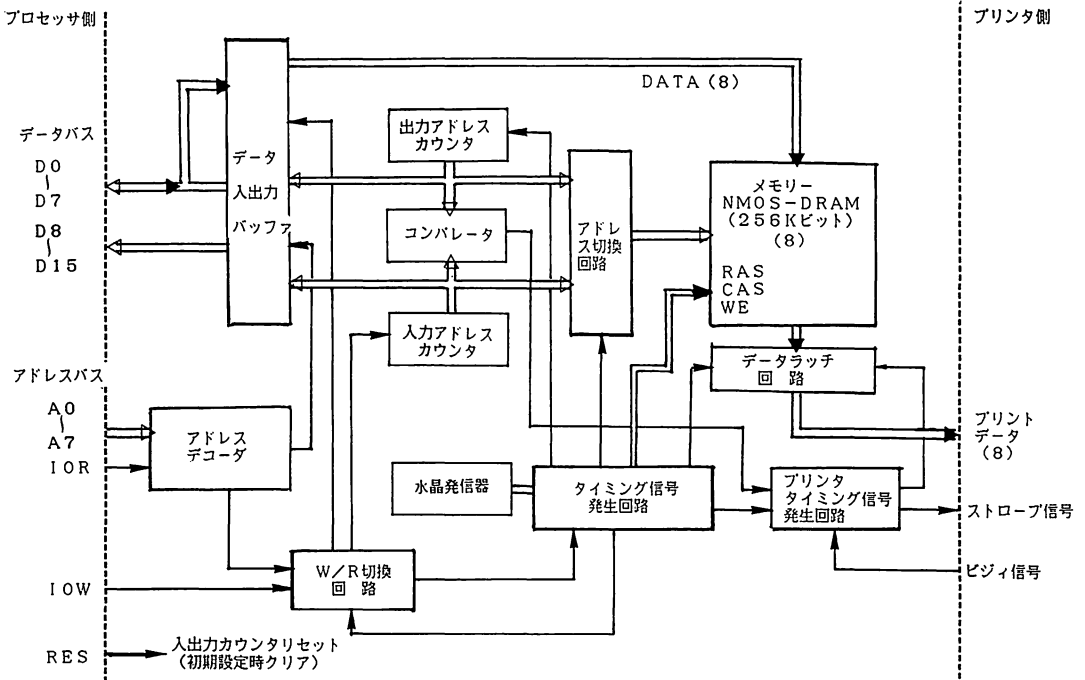
データ前処理端末装置の主プロセッサは、プリンタバッファメモリの空容量を確認した後、プリントデータをバッファメモリへ、あたかも高速プリンタボードのように書き込むことができる。プリンタバッファプリンタ間では、バッファが空になるまで最大レートでデータを

プリンタへ送出する。全プリントデータが、バッファへ送出されると主プロセッサは、プリント動作に拘束されずに次の処理を行える。プリンタバッファプリンタ間は、主プロセッサの関与を受けずにプリント動作を独立したパラレルタスクとして処理できる。

D-RAM メモリの動作は、データの入出力のタイミングを交互に割当てるサイクステール方式を用い、入出力要求の無い時は、CAS ビフォア RAS リフレッシュを行う。バスラインの入出力アドレスは、FFnn で下位8ビットを可変可能としている。

主プロセッサは、バッファメモリのオーバフローを防止するため、入出力カウンタの各々上位8ビットをステータスとしてバスラインに出力し、両カウンタの差が出力プリントデータ量以内であることを確認した後、出力動作を行う。メモリへの書き込みは、その時の入力カウンタの番地から記録される。入出力カウンタは、バッファの最高位番地になると、自動的に最低位番地にもどる。

プリンタへの出力は、コンパレータによって、常時入出力カウンタを比較し、不一致になると、その時の出力カウンタのデータからプリンタに出力する。この動作は両カウンタが一致するまで行われる。この時、プリンタバッファは、プリンタからのビジー信号を認識し、応答



第7図 プリントバッファメモリの回路構成

主プロセッサの動作速度で動作するプリンタバッファメモリは、主プロセッサからのプリントデータを高速で受け、プリンタの動作に合わせてプリントデータを出力する。

してプリントデータを出力する。

4. お わ り に

本システムの開発によりイオノグラムは、基本的には人手を介することなく、観測から大型電子計算機入力まで、すべて自動的に行うことが可能となった。

本システムは、電離層観測業務の近代化をはかるため開発されたもので、約1年間の試験運用後、1988年6月から実運用に供されている。この間、大きな問題もなくほぼ順調に稼動している。今後も、より人手を介さずイオノグラムの収集・伝送を行うために、システムの機能と信頼性の向上をはかりたいと考えている。

謝 辞

本システムの開発は、電波部旧電波予報研究室、情報管理部電波観測管理室を通して行われてきたプロジェクトである。その間、室員としてプロジェクトに参加された方々の寄与も含まれています。また、永年にわたり本プロジェクト遂行に御指導いただいた各位に深く感謝し

ます。

参 考 文 献

- (1) 野崎憲朗; “イオノグラム自動処理システムの開発,
3. 電離層観測機側端末での画像処理とモニタ機能”,
通信総研季, 35, 174, pp.13~20, 平成元年3月.
- (2) 加藤久雄, 野崎憲朗, 永山幹敏; “イオノグラム自動処理システムの開発,
4. パソコン通信によるイオノグラムの伝送”,
通総研季, 35, 174, pp. 21~24, 平成元年3月.
- (3) 吉田 實; “イオノグラム自動処理システムの開発,
6. 電離層パラメータの自動読取り”,
通総研季, 35, 174, pp.33~40, 平成元年3月.
- (4) 古関照男, 竹内鉄男, 石沢 薫, 伊藤勝一, 倉谷康和;
“9B型電離層観測機”,
電波季, 26, pp. 676-691,
昭和55年.
- (5) “パーソナルコンピュータ通信装置推奨通信方式”,
郵政省告示第971号, 1984年12月26日.

