

非晶質物質の熱測定への
マイクロコンピュータの応用

平尾 一之*

近年マイクロコンピュータの普及は、目ざましいものがあり、実験装置の制御、データ処理にも広い応用分野が期待されている。今回は、筆者が利用している極低温研究室で用いているマイクロコンピュータのうち、熱振動と深く関連している、格子振動の減衰時間の測定やスピン-格子緩和時間の測定への応用例について紹介する。

最近、ガラス状物質、および非晶質物質の極低温での異常な熱的性質が固体物理学の分野において注目されている。例えば、非晶質物質の中で代表的な石英ガラスは結晶とは異なり、約 150 K 以下で熱膨張係数が負になる事、熱容量は、デバイ理論で与えられるもの比べ、極低温下で、大きく、多くの場合 $C_V = AT + BT^3$ の式で与えられる事、更に熱伝導においても、異常性を示す事等が挙げられる。これらの原因は、おそらく、非晶質物質に特有な低周波モードが関与していると考えられる。この低周波モードを系統的に調べるには、超音波吸収および、超音波減衰法による低周波モードの追跡、並びに低周波モードの存在に非常に敏感なスピン-格子緩和時間の温度依存性を周波数の関数として求める事が必要である。

ところで、これらの測定は非常に長い緩和時間を精度良く測定する事が必要であり、この為にマイクロコンピュータを用いた自動計測システムを製作する必要があった。システムの機能は、(1) 緩和時間測定に必要なタイミングをプログラムで発生させる。(2) データを自動的に収録する。(3) 収録したデータの解析である。(1)の機能は、自動計測にとって不可欠なものである。また、タイミング回路は外部に設けずに、 $1 \sim 255 \times 10^{-6} \sim 10^8$ 秒の時間間隔をプログラムで設定できるハードウェアタイマをシステム内に組み込んだ。外部へは 8 チャンネルの出力ポート (PIA) を通してパルス列を出力する。(2)の機能を実現する為には、アナログ信号 (free decay や echo signal) をデジタル化する必要がある。A/D 変換器としてアナログディバイセス社のデータ収録モジュール (DAS 1128) を使用した。これはコンピュータとのインターフェイスが容易であり、データはすべてコンピュータ内のメモリに格納される。(3)の機能を十分に発揮させるには高品質なソフトウェアが必要である。科学技術計算を含む複雑な処理には高級言語 (Basic など) を使

用するのが良いが、処理速度が機械語に比べて非常に遅くなる。本システムでは、簡単な前処理をした後、上位のコンピュータ (HP 9845) へデータを転送し、そこで処理する事にした。HP 9845 へのデータの転送は、IEEE 488 標準デジタルインターフェイスバス (HP-IB とよばれる) を通して行なう。HP-IB は、今後計測機インターフェイスの分野で急速に採用されると期待されているが、その規格は、かなり複雑である。しかし、HP-IB 専用の LSI 68488 (6800 のファミリ IC) を使うことでマイコンと HP 9845 間のデータ転送を実現した。

使用 CPU としては、MC 6800 (MPU)、MC 6810 (RAM) $\times 2$ 、MC 6820 (PIA) $\times 2$ 、MC 6830 (ROM)、MC 6850 (ACIA) $\times 2$ 、MC 68488 (GP-IP)、TMS 4044 (RAM, 4K $\times 1$) $\times 16$ であり、主要入出力装置としてはテレタイプ (ASR 33)、カセットテープ、キーボード+ディスプレイ等であり、言語としては、Tiny Basic を使用した。かかった費用は、テレタイプを除くと約 25 万円程度であった。

更に、高周波パルス後に現われる過渡的な減衰信号 (free decay) を積算した後、時間領域から周波数領域へフーリエ変換する等の目的でマイコン・システムを使用している。処理の流れを簡単に述べると、先づ free decay を波形記憶装置で AD 変換及び積算を行った後、CRT でモニタしながら種々の処理を行ないカセット、フロッピーディスクを用いてデータを保存している。波形記憶装置は、テープパンチャを用いてオフラインでコンピュータ処理していた時から使用しているもので、1000 回程度の積算が可能であり、ソフトで積算する場合に比べて積算中にもコンピュータを他のデータ処理にフルに使用できて便利である。波形記憶装置、モニタ・スコープ、X-Y レコーダ等に対するインターフェイスは、既製の汎用インターフェイス・モジュールおよび DA 変換モジュールを用いた為、抵抗等をそれらにいくつかぶら下げる程度で済んでいる。

CPU としては、TI・990/10 ミニコンピュータ、入出力タイプライタは、TI・733 ASR、モニタ・スコープは、岩崎通信器・XY-6002、波形記憶装置は、川崎エレクトロニカ・TM-1610A を使用した。

* 京都大学工学部工業化学：〒 606 京都市左京区吉田本町