

快速存儲器譯文集

中国科学院計算技术研究所編譯



國防工業出版社

快速存儲器譯文集

中国科学院計算技术研究所編譯



國防工業出版社

1965

內 容 簡 介

本譯文集以磁心存儲器为主，共收集了二十六篇文獻。在內容上分为三部分：第一部分收集了十二篇有代表性的磁心存儲器的文章；第二部分收集了八篇有关磁心的性能、磁心开关及存儲器綫路方面的文章；第三部分收集了六篇除磁心外的一些其他磁性元件及其存儲器。

本譯文集可供数字計算机設計工程师以及研制快速存儲器及磁心元件的科研及工程技術人員参考，也可供高等院校有关专业的師生參閱。

快速存儲器譯文集

中国科学院計算技术研究所編譯

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

国防工业出版社印刷厂印刷 右安門装订厂装订

787×1092¹/₁₆ 印張 17¹/₂ 409 千字

1965 年 9 月第一版 1965 年 9 月第一次印刷 印数：0,001—1,700 册

統一书号：15034·947 定价：(科七) 2.40 元

前 言

电子计算机是近代科学的巨大成就之一。它能极其迅速与非常准确地进行计算,因此,它可以解决很多人类以前所不能解决的各种复杂的数学问题,并促使很多门科学更加精确化。电子计算机除能作数学计算外,还可作逻辑操作,所以它的使用范围很广。现在已直接或间接地影响到人类活动的各个领域。

在继续扩大电子计算机使用范围的同时,对它的性能要求也在不断提高。除要求稳定可靠外,当前要求得最多最迫切的是更快的操作速度和更大的存储容量。在一般情况下,提高计算机性能的技术关键往往与快速内存存储器的研制有密切的关系。每当内存存储器的水平提高一步,计算机的指标也得到相应的提高。所以研制水平较高的存储器是迅速发展计算技术的一个重要方面。

自十年前开始采用磁心作为记忆元件后,快速存储器的研制得到了稳步的发展。从可靠性、操作速度、使用和维持以及经济等方面来考虑,选用磁心作快速存储器至今仍然是最合适的。目前绝大部分的快速计算机都采用了磁心存储器。现在各国投入研制磁心记忆元件和存储器的研究力量很大,存储器的水平也有很大提高,到1963年为止,已在机器上运行的有容量为1024个数、存取周期为0.7微秒与容量为16384个数、存取周期为2.18微秒的存储器;这两台存储器可以看作是目前快速与大容量最高水平的标志。正在研制用孔径为0.025毫米的微型磁心作超高速存储器,估计其存取周期可达0.1微秒。从元件及线路上进行分析,可以认为磁心存储器的容量和速度都还没有达到极限。在今后相当长的一段时间内,磁心存储技术还有发展前途,并需要进行积极而紧张的研究工作。

本译文集以磁心存储器为主,共收集了二十六篇文献,其中可分为三个部分:第一部分收集了十二篇有代表性的磁心存储器的文章。这些都是介绍已实际应用的存储器。内容有目前最快的中容量(0.7微秒存取时间,1024个数)的存储器;有最大容量(65,536个数)的存储器;也有最典型而有实用价值的存储器。这些存储器以晶体管磁心存储器为主,其中也有一篇是介绍较典型的电子管存储器。从选数的方案来说,电流重合法及线选法均有。第二部分是磁心的性能、磁心开关及存储器线路方面的文章,共有八篇。为了使磁心应用作超高速存储,介绍磁心的部分翻转性能的文章也收集了进来。此外,用磁心作的开关线路及电流引导线路也是很有价值的。第三部分收集了除磁心外的一些其他磁性元件及其存储器。同时也介绍了一些固定存储器和检索存储器,供读者作进一步研究存储器时作参考之用。

本译文集中有一些文章在“电子计算机动态”杂志上登载过,为了便于读者查阅,重新把它们收集在里面。

由于编译人员水平不高,本译文集的文献不够丰富,可能将重要文献遗漏,同时译文也可能有错误,请读者指正。

参加本译文集翻译、校对的同志很多,最后整理、编辑、审定是由我所刘筱秀、朱锡纯、吴仲贤等同志共同完成的。

目 录

第一部分 磁心存储器

全晶体管化磁心存储器.....	B. T. Goda 等	6
磁心存储器系统.....	A. Ashley 等	18
存取周期为 2.18 微秒的兆位磁心存储器.....	C. A. Allen 等	29
快速存取的磁心存储器系统.....	Edwards 等	34
一台 1.5 微秒的大型磁心存储器的设计.....	G. Wells	54
0.7 微秒磁心存储器.....	W. H. Rhodes 等	60
用二极管引导提高磁心存储器的速度.....	A. Melmend, R. Shevlin, W. Orvedahl	68
在电流重合法磁心存储器中测量和减少干扰的方法.....	P. Cooke, D. C. Dillistone	72
4096 个字的晶体管驱动磁心存储器.....	D. Bray, A. C. Conway	81
小型快速晶体管磁心存储器系统.....	W. L. Shafer, W. N. Toy, H. F. Priebe	88
容量为 256×256 的 TX-0 存储器.....	J. L. Mitchell, K. H. Olsen	98
应用磁心矩阵的数字存储器.....	A. A. Robinson, V. L. Newhouse 等	104

第二部分 磁心性能、磁心开关及存储器线路

铁氧体磁心的脉冲反应.....	J. A. Freeman	114
铁氧体磁心部分翻转的研究.....	R. H. Tancrell, R. E. McMahon	124
无噪音均分负载矩阵开关.....	G. Constantine, R. T. Chien	136
用于磁心矩阵存储器和其他用途的新磁心开关.....	I. P. V. Carter	146
磁心电路的电流引导.....	J. A. Rajchman, H. D. Crane	169
磁心存储器的晶体管线路.....	Padwick 等	176
磁心存储器读出放大器的设计.....	G. H. Goldstick, E. F. Klein	190
磁心存储器的温度补偿.....	A. H. Ashley, E. U. Cohler, W. S. Humphrey	210

第三部分 其他磁性元件及其存储器

新型半永久存储器——金属卡片存储器.....	大和淳二	216
磁心检索存储器.....	W. F. Bauer 等	223
磁膜存储器的设计.....	J. I. Raffel, T. S. Crowther, A. H. Anderson, T. O. Herndon	240
多输出多孔磁心存储器.....	D. G. Hammel, W. L. Morgan, R. D. Sidnam	255
双轴磁心——高速磁性计算机元件.....	G. C. Wanlass, S. D. Wanlass	264
磁扭线——适用于大容量存储矩阵的新存储元件.....	A. H. Boeck	276

第一 部 分

磁 心 存 儲 器

全晶体管化磁心存储器

B.T.Goda 等

、最近曾对利用铁氧体磁心作为存储元件的中型快速磁心存储器进行了一些工作。为了进行这项工作，必须对高重复频率下铁氧体磁心的性质进行广泛的测试，其试验结果使得有可能建立一套应用线选择或电流重合法选择技术的准则。

快速晶体管驱动的存储器中所采用的特小的铁氧体磁心的特性将在本文中加以讨论，同时也考虑了全晶体管化所引起的附属问题。

对快速存储器的要求

由于时钟脉冲从1兆赫到10兆赫的快速晶体管选择线路的进展，要求有一个由快速晶体管驱动并能随机取数的存储器件。目前商用存储器工作在10到12微秒范围内，已制出的特殊存储器工作速度可快达工作周期为5微秒。但用晶体管驱动的存储器数量仍较少。在设计快速存储器时要求其驱动线路能产生较大功率，因此远比设计快速选择线路为复杂。

目前急需一种存储容量稍小但能工作在晶体管及磁心最大可能速度下的存储器，其次就是需要比目前存储器速度较快的大容量存储器，这样就可为计算机设计提供大量的存储器。

设计工作周期为2到3微秒快速小容量存储器、周期为4微秒之中型存储器以及周期6到8微秒之大型存储器，看来是可能的。这样的周期并不是计算机设计者所能使用的最短周期，而是现有晶体管及磁心所能实现的最快速度。

可利用之材料

目前有两种主要类型的铁氧体磁心材料。第一种类型就是用于电流重合法磁心存储器中的矩磁材料。这种材料是市面上有的，开关时间由1微秒到5微秒，已制造出的试验品开关时间的范围可由1/4微秒到10微秒。矩磁材料还可用于线选择系统中，在这种系统中已试验出的开关时间可低到1/20微秒。第二种类型材料的矩形性稍差，是为线选择系统所研制。该材料在同样开关时间下所需之驱动功率远小于矩磁材料所需的功率。

操作方式

在快速存储器中可以有两种基本操作方式。第一种即通常所用的电流重合法，第二种为线选择法。两种方式都可采用直接驱动、二极管开关或磁开关的方法。利用晶体管后改变了存储器结构的经济条件：由于采用了晶体管来直接驱动存储器矩阵，在现有磁心阻抗数值下是比较合算的方法。因此现在很多方面采用直接驱动，用开关驱动只在过去才是唯一可实现的道路。

存儲器的結構

一个典型的电流重合法存儲器实质上是三維的存儲器。譯碼地址分成 X -地址及 Y -地址，表示字的并行各位代表 Z 軸，存儲器容量为 xyz 。存儲器的設備可近似表示为 $A(x+y)+Bz$ 的函数成正比，因子 B 一般比 A 大很多。綫選擇存儲器实质上是二維的，地址仅由一个地址(S)表示，存儲器容量为 SZ ，存儲器設備近似地是 $CS+DZ$ 的函数， D 一般大于 C 。

在大型存儲器中，电流重合法的立方体特性是最經濟的系統。在小型或快速存儲器中，綫選擇型式則比較經濟，特別在长字的情况下更比較明显，因为 D 一般小于 B 。

速度限制

大部分快速磁心存儲器采用基本上为两拍的周期。第一拍是讀，磁心被置于“0”状态。第二拍进行写操作，磁心保留在“0”状态或置于“1”状态。在磁心存儲器中的限制速度的因素有下述三种：

1. 完成工作序列及訊号傳輸所需時間；
2. 磁心实际工作所需時間；
3. 晶体管及磁心在高频下发热的限制。

傳輸時間的限制

在每一个存儲周期中都有大量短時間的延迟，这些延迟如下：

1. 新地址送到存儲器的时候，有可能需要設置一地址寄存器并且經常需要完成至少是一部分的地址譯碼作用，整个操作一般需要 $1/2$ 到 1 微秒時間。

2. 驅動器工作时有一定的上升時間。由于使用电流很大，因此很难得到小于 0.1 到 0.2 微秒之上升時間。

3. 如果存儲器用开关驅動，則开关本身要有一定的傳輸時間，用二极管开关其時間可小到 0.1 微秒，磁开关則高达 0.5 微秒，很少小于 0.2 微秒的。

4. 驅動电流加到磁心体以后，第一个輸出訊号要隔一定時間以后才出現。在电流重合法存儲器中，电流要通过 xz 或 yz 方向磁心，在一般存儲器中所引起的延迟時間約 0.1 到 0.3 微秒；在綫選擇存儲器中，由于电流只通过 Z 磁心实际上沒有傳輸時間。

5. 信息由矩陣輸出后必須經過放大、选通，然后去驅動存儲器的寄存器，這段時間一般需要 0.3 到 0.5 微秒。

在电流重合法存儲器中驅動脈冲時間很长，因此这点延迟已包括在驅動脈冲寬度內。在綫選擇存儲器中，所用脈冲很窄，有一部分延迟時間要成为周期中的額外時間。

6. 驅動脈冲結束时有一定的衰减時間。采用設計正确的晶体管綫路，脈冲衰减時間在 0.2 到 0.3 微秒之間。

7. 現在有可能加上數位电流或禁止电流。數位电流上升時間为 0.1 到 0.2 微秒，該电流在电流重合法中要通过 xy 磁心，在綫選擇法中要通过 S 磁心，这部分時間根据存儲器大小不同可由 0.1 变到 0.5 微秒。

8. 写驅動脈冲要有讀驅動脈冲的1、2、3三項延迟。在讀脈冲完全結束后才能开始写脈冲，在第7項延迟完全結束后写电流才能达到最大幅度。

9. 然后就輪到写驅動脈冲的時間了。此脈冲与數位驅動脈冲衰减時間共为 0.2 到 0.5

微秒，以后周期才完全結束。

設計很好的裝置時，用現有晶體管也很難將以上傳輸時間總值減小到 1.5 微秒，即使在今後的幾年中也很難想象將此數減小到 $3/4$ 微秒以下。

磁心所需時間

目前外徑 50 密爾、開關時間 1 微秒的磁心，讀寫操作各需 1.5 微秒寬的脈沖，因此正常工作時磁部分需要 3 微秒。在電流重合法的一個周期中，磁心操作時間與訊號傳輸時間有些能重疊，在小存儲器中可剛好得到 4 微秒周期。

50 密爾、 $1/2$ 微秒綫選擇磁心的讀出時間需要 $1/2$ 微秒，寫入時間需要 1 微秒，因此採用綫選擇可得到 3 微秒周期。在小存儲器中有可能正好利用時間上重疊得到 2 微秒周期。以上事實決定了使用電流重合法及綫選擇法的轉折點，小存儲器在 4 微秒以下，以及大存儲器在 5 到 6 微秒時，目前不論價格如何必須用綫選擇方法。

發熱限制

晶體管在高工作頻率下過熱對速度的限制已是眾所周知的問題。在存儲磁心中有同樣問題產生，而且問題的性質更為複雜。

鐵氧體記憶磁心通常是懸掛在一個導綫網上。這些導綫必須工作在低電流密度情況下，以保證不會將熱量引入整個系統中去，而且要作為存儲磁心導熱的冷卻介質。鐵氧體磁心導電與導熱性能都很差，在工作周期中磁心內部散熱非常慢。目前，大部分磁心工作周期為幾個微秒。但是熱時間常數是幾十個毫秒。

鐵氧體磁心存儲器發熱問題在於兩方面。

第一，所有類型存儲器當溫度升高時其存儲性能變壞。溫度升高後，干擾 1 變小，干擾 0 及第 n 次干擾值變大，最後使這兩類訊號很相近以致使存儲器不能可靠的工作。就一個單獨磁心而言，在 150°F 到 250°F 之間出現這一點，確切的溫度數值由使用的材料來決定，一般高速磁心材料比低速材料溫度稍高。

第二個現象也是由於溫度升高後存儲特性改變而產生。這一現象主要發生在電流重合法存儲器中。在這種存儲器中，只有磁心板中所有磁心特性都很一致時才能得到一合適的訊號干擾比。某一局部溫度的微小變化能使整個磁心板工作性能變壞。在考慮到磁系統冷卻時這現象是大家所熟悉的。用冷空氣只吹磁心板的一部分而不吹整個面常常可以使該面工作失效。同樣如以很高速度連續選擇平面中的一部分也會產生同樣現象。但後者並不是普遍了解的。在任一個隨機選擇存儲器與計算機聯合使用時，這是一種典型的工作方式，結果是局部熱使磁心板產生一很差的訊號干擾比。在大磁心板中，只要局部地區溫度有華氏幾度的變化，工作性能就變壞。如果磁心板整個溫度升高後，這個現象就更為顯著。因此使整個工作邊緣值降低。實際上不需要將磁心加熱到很高溫度，來使磁心板可靠性降低，而只要局部地區溫度升高幾度就已經足夠危險了。嚴格的講，這現象與程序及速度有關，可能在對隨機選擇存儲器進行很多次檢驗中也發現不到。唯一鑑定此現象的正式檢驗方法，是經常很快的選擇存儲器中的一小部分，然後偶然地選擇此小部分以外的磁心，這時如產生錯誤，一般看起來倒好象被選區以外的磁心所發生的錯誤。

從實驗結果中可体会到這一問題的嚴重性。一般的 80 密爾電流重合法磁心即使在最嚴格控制的電流幅值及周圍溫度的條件下，可靠工作周期不能快於 3.6 微秒。50 密爾磁心

正好可以工作在 2 微秒周期。

减少工作周期

采用下述方法中任一个或全部都可以减少最小工作周期时间。

1. 减小磁心的尺寸。这样就增加了面积与体积的比值, 因此改善了磁心的冷却。在很多应用晶体管的情况下, 使用 50 密尔磁心代替一般所用的 80 密尔磁心, 理论上讲 50 密尔的磁心在电流重合法条件下即使工作周期快到 3 微秒也能较好的工作。但是由于传输时间的限制, 该磁心在电流重合法条件下工作周期还未快过 4 微秒。

2. 利用特殊工作方式。在线选择法中使用非对称迴线, 而不象电流重合法那样工作在对称迴线上, 这样有可能缩短周期时间。周期缩短的精确量要由很多参数来决定。

3. 改善磁性材料的热特性。这是比较困难的问题, 但也正不断地取得进展。幸而最有希望改进的磁性材料恰好是快速材料。

可供晶体管驱动的磁心

目前 80 密尔磁心在一定应用范围内可以用晶体管来驱动。通常用“低噪音”磁心, 这种磁心矩形性很好而且第 n 次干扰输出值很低, 这就减小了晶体管必须驱动的电感量。在快速应用中仅在存储量较小的情况下可采用 80 密尔磁心。或者在驱动线路中用特殊晶体三极管时采用该磁心。小磁心远比大磁心更适合于晶体三极管驱动系统。

50 密尔磁心, 其外径为 0.050 吋, 内径为 0.030 吋, 高为 0.015 吋, 制成这类磁心的材料目前市场上供应的有三种。

1 微秒电流重合法材料

磁心全驱动电流约为 500 毫安, 半驱动电流为 250 毫安。在此条件下 BH 迴线“拐点”超过 300 毫安, 磁心开关时间差不多正好 1 微秒, 干扰“1”输出值约为 65 毫伏, 干扰“0”输出值约为 9 毫伏, 第 n 次干扰幅值约为 1.6 毫伏。以上结果是用上升时间为 0.2 微秒、顶部 1.5 微秒、下降时间为 0.2 微秒的电流脉冲所取得的。

半微秒线选择材料

磁心用约 400 毫安的全读电流, 100 毫安的半写电流驱动。磁心读出讯号的开关时间为 $1/2$ 微秒, 写入时间为 1 微秒, 读“1”讯号输出为 75 毫伏, “0”输出为 15 毫伏, 写入讯号输出为 30 毫伏。数位驱动电流所引起的半选输出讯号每磁心约为 2 毫伏。读脉冲必须在 0.1 微秒时间内上升, 停留 0.4 微秒, 下降时间在 0.1 微秒以内。写脉冲顶宽略大于 1 微秒, 如写时上升及下降时间允许较慢, 半选输出干扰幅值会减低, 但周期会稍长些。

4 微秒电流重合法材料

此材料在快速存储中没有特殊价值, 因为用此材料时电流重合法周期必须有 20 微秒。但是用在线选择线路中可作成经济的晶体管驱动存储器, 其周期为 8 到 10 微秒。用于电流重合法时, 此材料必须用顶宽至少有 6 微秒的脉冲驱动。所用全选电流约为 220 毫安, 干扰“1”输出值约为 16 毫伏, 其它数值均相应减小。

在线选择法中所用的读脉冲顶宽为 2 微秒, 振幅为 350 毫安; “1”讯号为 50 毫伏, 干扰“0”为 4 到 5 毫伏; 写入用 230 毫安驱动, 在 4 微秒内完成, 写讯号很小, 因此可以

驱动很多磁心。

驱动线路中对晶体管的要求

快速磁心存储器设计者所面临的最困难的问题还是与晶体管驱动线路相关的问题。开关时间小的磁心要求有上升时间快的大驱动电流。由于负载是电感性的，因而对驱动晶体管正向电压额定值提出严格要求。这三个要求是互相矛盾的，因而增加了选择合适晶体管的困难，该晶体管要是现有的型号，而且价格合理。

所作试验结果表明晶体管的接通时间大体上与开关电流成线性关系。测量是在 100 到 500 毫安范围内进行的，晶体三极管必须在此电流范围内有极快的开关特性。然而，开关速度快一些的晶体管一般说来收集极电压额定值都较低，这就是说晶体管线路所能驱动的磁心数量很少。

用 50 密尔磁心可以在某种程度上减少这些困难。比 50 密尔更小的磁心用目前装配技术来处置看来很不合适。今后更高速存储器可能由更快的晶体三极管及更小的“磁心”组成，该“磁心”的形式可能是薄膜、磁扭线或者是超导元件一类的低能量存储元件。

有关驱动线路的考虑

电流驱动线路的作用就是：不论在负载上所引起的反电势如何都能产生一较好的恒定电流送到负载去，并且电流完全接通或切断之时间在被驱动磁心所需要的范围以内。

电流驱动器的一种形式是利用共基极晶体管线路，其输出电流特性接近于理想恒定电流，在这种型式线路中有严格的限制。如果所带动的负载有较大电压变化时，跨在晶体管两端有相当大的电压。在使用大电流时，功率消耗很大因而需要使用功率晶体管。功率晶体管开关时间比较慢，另一缺点是必须在输入端送入一大的发射极电流，该电流大于收集极电流。

驱动器的另一种形式是共射线路，用反馈来控制电流。这种形式也需要利用一功率晶体管，使用目前晶体管反馈线路其反应过慢因而不够有效，可能最适用的方式还是采用 100 毫瓦级快速晶体管作为一接近理想的开关。晶体管必须被驱动到足够饱和以减小功率消耗。

除了选择一快速开关晶体管外，还可以想法加快开关线路的速度。现在已经证明，晶体管在过驱动时其接通时间可以更加缩短，增加关闭驱动电流则可以减小存储及关闭时间。过驱动的另一优点是使饱和电压值降低。如在晶体管截止时基极稍加一反向偏压，收集极电压还可稍高些；如使用反向偏压不方便，基极到发射极输入线路的电阻尽可能低些，以便避免“基极开路”的情况出现。

驱动器线路

用小晶体管作为接近理想的开关，可得到数百毫安的最大电流开关速度。如前所述，晶体管必须驱动至足够饱和以便有尽可能低的饱和电压。并且必须在两个方向都要用过驱动来减小开关时间。

晶体管开关是一较差的电流源，必须采用其它方法产生一恒定驱动电流。如果负载所产生的反电势 V_r 远比晶体三极管收集极电压额定值低时，如图 1 所示，可通过稳压电源用一精密电阻与晶体管开关及负载串联。此方法在禁止脉冲驱动器中使用。如反电势占晶

晶体管电压额定值 $V_{ce\max}$ 的较大的一部分, 此决定电流之电阻必须接至更高电压, 用一个箝位二极管限制开路时开关上的电压差(见图2)。

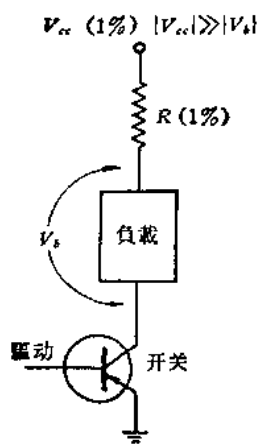


图1 使用精密电阻之
晶体管开关。

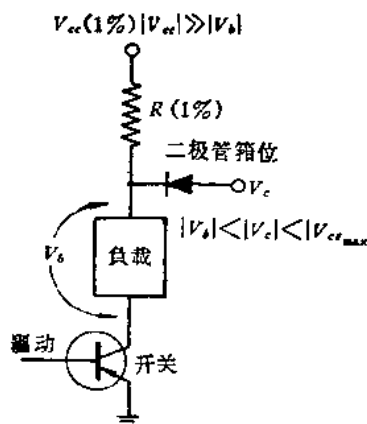


图2 用二极管箝位之
晶体管开关。

这种系统需要一很高电源电压 V_{ce} , 并且在电阻 R 上会消耗掉相当大的能量。进一步改进此线路的办法是用一恒流源代替电阻, 该恒流源用一远较前者为低之电压。

恒流源用一功率晶体管, 接成共基极形式, 以取得类似于五极管的输出特性。功率晶体管经常通导, 其恒定电流是通过箝位二极管或负载得到的。此较大电流不需要进行开关, 因此不受其低开关速度的限制。恒流线路及箝位二极管的组合称为稳流器, 现已作出两种稳流器, 一种产生恒定负电流, 另一种产生恒定正电流, 分别称之为正电流稳流器及负电流稳流器。

两种稳流器都需要用来在一单独绕组上对磁心进行双向推动(图3)。晶体管开关输入用变压器耦合, 变压器两端悬空以便于从任一方来联线。

如果在某一定时间中仅有一个开关工作(磁心存储器实际工作情况就是这样), 则很多晶体管可与一个稳流器相连接。

电流驱动器中的温度补偿

当铁氧体磁心存储矩阵温度升高以后, 为磁心最佳工作所要求之场强也减小, 这在电流重合存储器更是如此。如果温度变化范围比较大, 温度升高时驱动电流必须减小。利用温度补偿可以使磁心存储器工作温度的范围超过 80°F 。

稳流器用一确定电流之电阻, 该电阻有适当的正温度系数。电阻是用拜尔克导线(Belco wire)绕制的。禁止脉冲驱动器中可利用相类似的电阻或者在温度升高时减小电源电压来获得温度补偿。

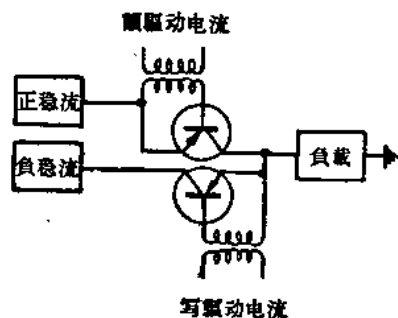


图3 稳流器。

快速存储器开关

一般所用磁心开关具有比较多的优点，但由于磁开关整个效率低使其优点不能发挥。在高开关速度时，磁开关之电感所引起的电压值过高，以致使晶体管难以承受。一般常用的磁心开关尚未发现有适合于高速晶体管驱动上应用的。有可能用线性变压器及二极管作成开关，这种方法在高速应用中特别有效。然而，磁矩陣所需要的电压及电流值一般也正是晶体管所需要的工作点，因此线性变压器没有用处。我们可以利用一种简单的二极管开关，二极管接到系统中的连线方式如图4所示。

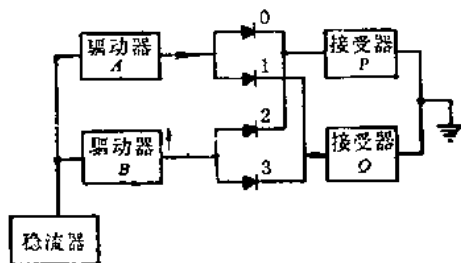


图4 二极管开关在高速应用中之连接形式。

此系统中每个极向电流采用 n 个驱动器，以 A, B 等表示，以及 m 个电流接受器，用 P, Q 等表示。该系统可以驱动 $m \cdot n$ 矩陣线，需用 $m \cdot n$ 个二极管。如图中所示，选择1线时，电流由稳流器经过驱动器A然后再经过接受器Q。所采用的二极管必须能承受矩陣线上出现的最大电压及电流。

图3所示为最简单的开关形式，该开关利用晶体管作为开关元件以及变压器作为驱动元件。这种开关的缺点是每一根线上必须用一个晶体管驱动，因此比用二极管开关的价格贵。

二极管开关的缺点是每一磁心必须穿两根线才能得到双极性电流，该电流是矩陣工作中所必须的，而晶体管开关则无此缺点。

线选择系统的优点

存储器以线选择方式工作时允许采用很窄的脉冲，因而线选择系统工作本质上有快的因素。由于在任一时间内所驱动磁心的数目仅为一个数字中的位数，因此在系统中传输时间可以忽略不计。线选择系统中讯号干扰比一般比不上一个理想的电流重合法系统好，但是另一方面，讯号既清楚且稳定，读操作一般容易进行。线选择系统所需驱动功率由于驱动磁心的数目少因而也较低。

线选择系统的缺点

线选择系统主要缺点在于它必须驱动很多路，其路之数目等于存储器中的字数。这点使得采用二极管开关几乎是完全必要的。在中型及大型存储器中，二极管所引起的严重问题是二极管漏电流及恢复时间，使得每一驱动器不能连接很多二极管。试验证明，在高速工作时并在一定的合理温度范围内，任一驱动器所连接之二极管最好不超过32个。

4096个数的存储器需用8192个二极管，其中一半要能通过500毫安峰值电流。理论上讲，192个驱动器就能够驱动二极管开关。但是，实际上为了解决二极管漏电流及恢复时间的问题，需用512个驱动器。因而对线选择系统加上一个限制，即其容量超过1024数时就不经济了。

二极管开关还有一缺点，即要将驱动器的时间小心地定好，因为驱动器及电流接受器在工作中相互时间要对的准。在大存储器中精确对准时间是比较困难的。

线选择存储器及电流重合法存储器的比较

綫選擇系統中必須採用粗略補償之讀出綫，其目的是用來減小讀出時的干擾並且在寫操作中減小讀出放大器的電壓峰值。因此，綫選擇及電流重合法存儲器中每磁心都必須至少繞上四根綫。

在綫選擇存儲器情況下的繞綫比電流重合法存儲器稍為簡單些。但是兩種型式存儲器都必須採用實質上是相同的讀出放大器。

兩種系統中的地址邏輯、讀出邏輯及一般控制邏輯都是一樣。在小存儲器中其電流重合綫可用晶體管直接驅動，或者是用綫選擇方式時以二極管開關驅動，兩者所用驅動器的數目一樣。在大存儲器中，綫選擇系統比電流重合法系統多用一倍甚至於三倍的驅動器。

電流重合法系統中可用一種型式驅動器來完成所有驅動作用，這樣使製造和設計都經濟。在 4 微秒周期的存儲器中，驅動器必須在電壓 10 伏時產生約 250 毫安電流。在綫選擇系統中至少必須採用 4 種類型的驅動器。3 微秒周期的存儲器必須有：400 毫安驅動器，400 毫安接受器，100 毫安驅動器，100 毫安接受器。某些綫選擇系統必須加上第五種驅動器，用在數位驅動綫路中。

一般來講，綫選擇必須在周期小於 4 微秒時採用。大於 4 微秒則可以在電流重合法及綫選擇法兩者中選用一個。在 1024 個數以下的存儲容量，電流重合法對於短的或中等的字長一般比較有效。數字長度超過 40 以至 80 位時，則看速度要求如何而定，一般採用綫選擇系統比較有利。在 1024 個數以上時即使數字長度很長在大多數情況下電流重合法系統要比綫選擇系統更為有效。

可能用的晶體管驅動存儲器

設計效率較高的晶體管驅動存儲器，或者是設計存儲器容量小而速度快以及容量較大速度較慢者，可使用本文所述之一般技術。本文所述之研制目標在於產生三個系列存儲器之模型。第一種是整個周期為 3 微秒的存儲器，該存儲器存 100 個或 128 個數，每數可達 80 位。第二種是容量從 1000 到 8192 個數之間的存儲器，每數可達 80 位，周期 6 到 8 微秒之間（視總容量而定）。第三系列的存儲器存儲容量為 1024 個數或稍小，每數可達 40 位，周期為 4 微秒。第一種存儲器採用綫選擇技術，第二及第三種都採用電流重合法技術。

附 錄

在很高工作速度下鉄氧體磁心的特性

低速鉄氧體磁心存儲器動作對脈沖形狀變化比較不敏感。由實驗得知，在高重複頻率工作下的磁心對所加脈沖之形狀較敏感。在一定脈沖波形下，必須小心的選擇最佳材料。在波形不好的窄脈沖下工作得很成功的磁心，在同樣寬度的矩形脈沖工作時卻不行，相反的情況也存在。現在本文敘述曾進行過的試驗並對此現象提出一種解釋。

引 言

最近很多文獻中都已指出，鉄氧體磁心工作在高重複頻率時最適於採用綫選擇技術。這種技術原則上與典型的電流重合法不一樣，它是在存儲器中對每一數採用一根選擇綫。

在地址寄存器及磁心矩陣之間必須採用一些驅動器及譯碼裝置，使其有可能在存儲器中選擇一獨立的數。圖5所示為4096數存儲器的方框圖。

實際上，驅動器也參與矩陣譯碼因而採用驅動器數目並不比通常所用的電流重合法存儲器為多。這種技術的優點是可以消除電流重合法所具有的傳輸延遲。

雖然地址譯碼線路比較龐大，但利用目前的晶體管及二極管有可能較快的進行譯碼操作。這種技術還有一種優點，即能採用新的周期型式。這種周期是所有線選擇系統的特徵。圖6表示兩種典型的周期。

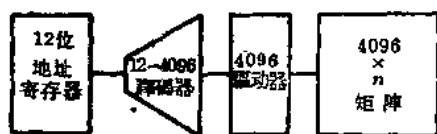


圖5 4096數存儲器圖(n = 數中位的數目)。

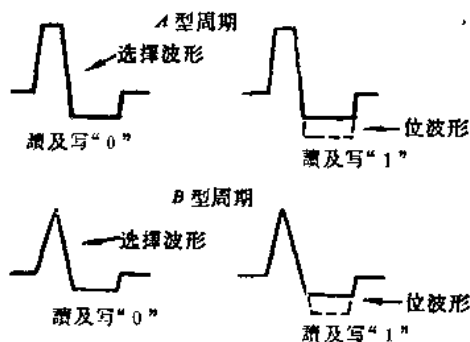


圖6 典型周期。

A型周期的特點是正脈沖的電流上升及下降速度很快，此脈沖為周期中的讀脈沖；負脈沖即寫脈沖其上升及下降時間可快可慢，但通常遠比正讀脈沖的幅值小寬度寬。激勵數位驅動線可在某一特定位上寫入“1”。此電流通常約為寫選擇電流值之 $2/3$ 。顯然，電流重合法中2與1比例關係在線選擇波形中不採用。

B型周期讀波形為三角形，與矩形脈沖的寬度一致時有最慢的上升與下降的速度。三角形波的峰值電流通常大於等效的矩形波峰值電流。寫波形則與周期A型一樣。

實際上在這兩個極端中還使用很多種波形。經常是讀出用半正弦波，寫用一寬而振幅低的半正弦波。快速存儲器中所採用的電流一般很大，上升時間尽可能的長。周期類型是很重要的。這樣譯碼矩陣中可採用一般通用的晶體管及二極管。

任何一個線選擇存儲器的輸出訊號都包括有一個振幅大、寬度窄的讀1脈沖，及振幅低、寬度窄的讀“0”脈沖。寫“0”脈沖一般較窄，振幅可以忽略不計，寫“1”脈沖一般較長，但振幅通常不大於讀“0”脈沖。因此僅讀1脈沖的振幅大，這點簡化了線選擇系統中的讀出問題。

線選擇存儲器主要有三個優點。第一，所用脈沖很窄，因此周期速度有可能很快；第二，磁心中全部可利用的磁通僅有一小部分被利用，因此磁心中熱損耗大大地減小，這樣就容許磁心在高速度下工作，而不致遇到嚴重的過熱現象；第三，所採用周期允許磁心不再象電流重合法存儲器中那樣要有相同的特性。這點並非很快就看出來是一個優點的。電流重合法系統中所採用磁心都要具有或接近一種特性曲線，該曲線之特點是如要縮短開關時間必須增加電流。現在發現，在線選擇周期中工作得很成功的磁心，如果要求其開關時間在一定電流下也縮至 $1/4$ ，則會落在曲線外面。這些磁心在電流重合法存儲器中不能成功的工作。

測試技術

在高重複頻率工作下的線選擇存儲器，要求其驅動器產生比現有磁心存儲器所用者有更大的電流脈沖振幅及更短的上升時間。困難在於研製合適的測試設備時遇到相當麻煩的

問題。設計快速存儲器遇到兩個主要問題，第一是必須得到能在足夠短的周期時間中工作的磁心，第二是磁心必須在很快周期中測試其發熱條件下的情況。雖然高重複頻率下的熱效應已經認為是一個困難，但是主要問題還是要得到能在極短時間中進行讀寫之磁心。利用水銀繼電器結合傳輸綫可用作產生所需之短周期類型的一條簡單方法，但是由於水銀繼電器的上升時間極快，因而所產生周期差不多經常如圖 6 所示的 A 型。現在有這樣趨勢，即初測採用接近理想的脈沖。在很小的存儲器或者某些特殊類型的存儲器（如串聯存儲器）中有可能較經濟地產生接近理想的脈沖。在隨機取數存儲器中有必要採用最不理想的脈沖，這樣對譯碼系統的節約上有很大好處。

設計具有圖 6 所示的 B 型周期特點之測試台作為高速測試之用，是既方便又慎重的辦法。因為這種周期實際上是最可能遇到的型式。如果在兩個不同的測試台上測試高速磁心，會發現不可能核對兩測試台上所得的結果。僅在設計短周期時間、低重複頻率測試台使之與高重複頻率有同樣特點時，才有可能校準磁心結果。

現在發現不僅磁心在發熱時改變其特性，而且對所用周期類型也比較敏感。

從初步取得結果看出，雖然必須採用這種測試器，最後存儲器中所採用的全部波形能在所有該類測試台中模擬，這時才能信任測試結果。

測試結果

稱之為 6914 的一種研制中的材料所得測試結果如下：

工作特性			熱效應	
驅動電流（讀）	毫安	500	拐點電流值的減小	毫安
驅動電流（寫）	毫安	280	20 微秒周期	2
拐點	毫安	165	10 微秒周期	4
輸出（無干擾“1”）	毫伏	100	5 微秒周期	7
輸出（干擾“0”）	毫伏	16	2.5 微秒周期	9
第一次干擾（300/150●）	毫伏	2	1.5 微秒周期	13
第 n 次干擾（300/150）	毫伏	2		
第一次干擾（300/180）	毫伏	3	1.5 微秒周期半寫電流變化的影響	dV_2 毫伏
第 n 次干擾（300/180）	毫伏	3	127 毫安	20
開關時間（讀）	微秒	0.3	147 毫安	25
開關時間（寫）	微秒	0.4	163 毫安	30
			167 毫安	35

以上結果是用 B 型周期取得的，在此條件下該磁心為一有效存儲元件。

如 6914 材料用 A 型周期測試，則讀“0”訊號差不多與讀“1”訊號一樣大，僅脈寬很窄。在 A 型及 B 型兩極端之間採用各種不同周期類型，發現在此特性材料情況下，讀“0”訊號是讀脈沖上升時間的函數。如上升時間足夠長，材料特性就特別好，但如上升時間短則所得結果很差。

測試典型矩形迴綫材料可得相反的結果，這時發現在 A 型周期條件下其特性很好。此時，得到一大而窄的讀“1”訊號及小而窄的讀“0”訊號。然而，當此材料用 B 型周期條件測試時，讀“0”訊號略微減小，讀“1”訊號減小較多。

● 原文為 300/180，可能有誤，故改為 300/150。——編者

各种类型的大量材料曾加以测试，发现它们的特性分布在所取的两极端材料之间。因而得出结论：在设计磁心存储器时，首先必须选择电子线路所能得到的波形，然后再选择适合该周期类型之材料。应该注意，虽然对某一特殊周期要选择一种材料，但各种材料还是应该有足够的容差，容许波形有一定的变化。

在进行这类测试时发现 6914 材料在快周期条件下对发热最不敏感，一般来说，磁心矩形性愈好对热就愈敏感。

目前 6914 看来是高重复频率存储器最好的材料，它能在短周期类型中容许用尽可能慢的上升时间，同时又表现了最好的热性能。

现象的解释

本节所作的假设几乎一定会有不正确之处。但是它仍提供了对所发现的大部分现象解释的模型。

众所周知，在铁氧体磁心工作时核化 (nucleation) 是一重要因素。从实验上及理论上都表明，矩形迴线材料从比较分散点核化，磁畴壁移动从这些点开始。核化出现点的数目是磁动势的函数， H 值愈大，核化点愈多。因此，矩形迴线铁氧体磁心从 H 值最大的内径部分开始翻轉，然后逐步向 H 值最小的外径方向移动。

线选择工作时，所用讀电流比一般开关电流大得多，因而在内径部分可能有比较活泼的核化。磁畴以波的方式向外移动至外径。如所用脉冲很窄，此动作被中断，仅磁心内圈由一状态翻轉到另一状态 (见图 7)。

写操作时，整个圈都回至正常状态，全部磁心均磁化至一个方向。由于电流值远小于讀电流，并在一个较长时间存在，故而这个作用进行很慢。此动作有趋势使磁心中大部分在全部时间中保持磁化在一个方向。

在这样工作方式下仅磁心中很小一部分被利用，因此该动作类似采用一个壁极薄的磁心，其平均直径等于磁心的内径。

采用 A 型周期时大体上类似情况也会出现。据此，磁心磁化程度及其电气性能是所用脉冲状态的函数。上升时间、脉宽及振幅等相当微小的变化都会引起磁心性能上较大的变化。如果在比较不稳定磁通条件下，也会出现这样情况。

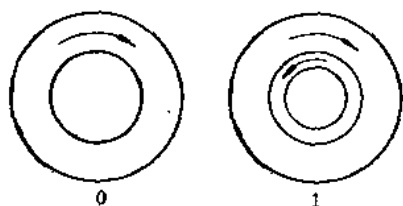


图7 内圈从一状态翻轉至另一状态。

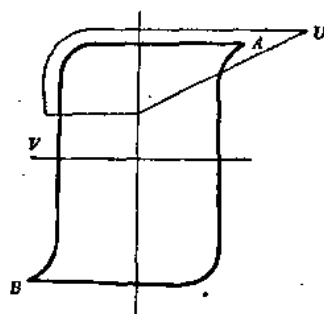


图8 用同样磁心的典型直流迴线。

另一现象也会存在，即有可能在直流条件下使磁心部分翻轉。在此条件下很难相信仅有一圈被翻轉。图 8 表示同样磁心所取之两典型直流迴线。

AB 迴线是在电流重合法条件下测试之一般通用矩形磁滞迴线材料。UV 迴线是同样材料在线选择条件下测试出之小迴线。用 6914 材料则可得直流条件下类似 UV 之迴线，但