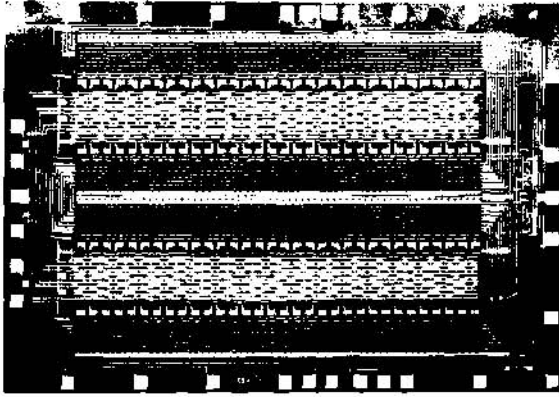


yarıiletken bellekler

1. GİRİŞ:

Bilgi saklanması için artık çekirdek belleklerin yerine yarıiletken bellekler kullanılmaktadır. Yarıiletken belleklerin ucuzluğu ve basitliği, başka kullanım alanlarını da olanaklı kılmaktadır.

Yarıiletken bellekler çoğunlukla silisyum dilimleri üzerine yüzlercesi yerleştirilmiş sayısal tümleşik devrelerdir (TD). Bundan ötürü; maliyet, montaj teknikleri, güç kaynağı isterleri, gürültü bağımsızlığı, yanlış oranları, uyarlılık (compatibility) ve güvenilirlik bakımlarından tümleşik devrelerin özelliklerine sahiptir. Bu bakımdan çeşitli üstünlükler gösterirler, maliyetleri de teknoloji geliştikçe düşmektedir.



Şekil 1. 1024 bit'lik MNOY çoğukez-oku bellek yongası (Plessey). Yon-
ganın boyutları: 4,06 x 2,85 mm.

Bir yarıiletken bellek yongası (chip) bellek hücresi adı verilen öğelerin düzgün biçimde sıralanmasıyla oluşur (Şekil 1). Her hücre bir bit'lik bilgi saklayabilir. Bir bellek hücresinin alanı 1000 ile 15 000 μm^2 arasındadır. Belleğin maliyeti çeşitli etkenlere bağlıdır. Şimdilerde 1000 bit'lik bir yaz-oku bellek yongası, ki birkaç bin

tranzistor içerir, 4 sterlin'e (140 TL) alınabilmektedir.

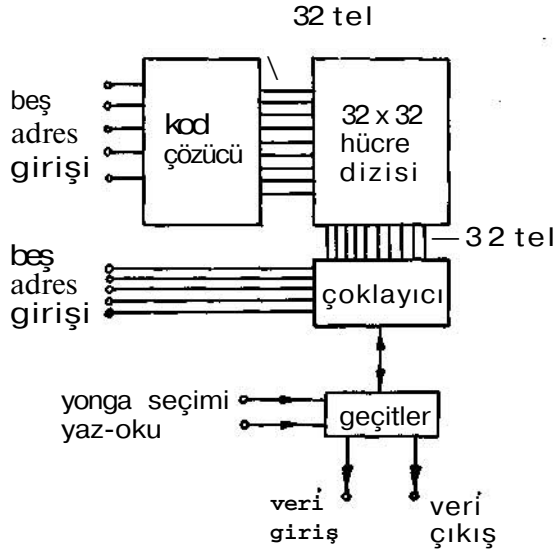
2. HÜCRE BAĞLANTILARI:

Düzgün hücre dizisinin dış dünyayla bağlantılanmasında çeşitli yollar olabilir. En çok kullanılan yöntem rasgele erişimi bellek (REB) yöntemidir. Bu yöntemde bellekteki her hücreye hemen hemen aynı sürelerde erişilir. Şekil 2'de 1024 bit'lik bir rasgele erişimli bellek için bir düzenleme yöntemi görülmektedir. Hücreler 32'ye 32'lik bir dizi biçimindedir. Bir hücrenin yeri, yani adresi, 10 bitlik bir kodla belirlenir ($2^{10} = 1024$). Adres hatlarından beşinin oluşturduğu kod çözülür, böylece, girişteki kod için 32 tane satır bağlantısı arasından biri etkenleştirilir. Bir satırın bağlantısının etkenleştirilmesiyle bu satırdaki 32 hücrenin herbiri, okuma ya da yazma için, 32 sütun (dikey) bağlantısına bağlanır. Geri kalan beş evciklik adres kısmına göre çoklayıcı tarafından bir sütun seçilir ve bu sütun okuyaz girişi tarafından seçilen geçitler yoluyla veri giriş ya da veri çıkış uçlarından birine bağlanır. Birden çok bellek yongasından birini seçmek için ayrıca bir yonga seçme girişi vardır.

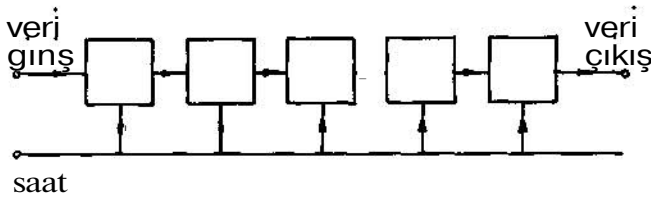
Başka bir düzenleme biçimi, seri bellek (ya da shift register), Şekil 3'de görülmektedir. Veri, her saat vuruşuyla bir hücreden yandakine geçmektedir, böylece, bu düzende verilere belli bir sıra ile erişilebileceği anlaşılır. Seri bellek'in dışarıyla bağlantı sayısı rasgele erişimli belleğe göre daha azdır, fakat bir bilgiye erişmek için gereken süre, bu bilginin belleğin neresinde bulunduğuna bağlıdır.

3. İÇERİĞİ ADRESLENEBİLEN BELLEK:

Başka bir önemli bellek düzenleme biçimi de içeriği adreslenebilir (ya da bazen kullanılan terimle çağrışımsal) bellek düzen-



Şekil 2. 1024 bit 'lik bir yarıiletken bellek yongasının düzenlenmesine örnek



Şekil 3. Seri bellek düzenlemesine örnek

lemesidir (³). Bu düzenlemede bir sözcük rasgele erişimli bellekte olduğu gibi fiziksel yeriyle değil, fakat içeriğiyle adreslenir (aranır). Bu yüzden de her bellek hücresinde bir saklama birimi, bir de karşılaştırma birimi vardır. Şekil 4'de çağrışımsal bellekte herbiri 6 bit uzunlukta 5 veri sözcüğü görülüyor.

Sadece, ikinci bit'i 0, üçüncü bit'i 1 ve sonuncu bit'i de 1 olan sözcükleri veri olarak okumak istediğimizi düşünelim. Bu işlem için tanımlama sözcüğü Şekil 4'de görülüyor. Bir veri sözcüğüyle tanımlama sözcüğü arasında eşdeğerlik (uygunluk) sağlanınca o veri sözcüğü alınır. Büyük bir ku-

rumun hizmetliler kayıtları için bu tür bir düzenleme uygun bir yaklaşımdır. Kayıtların, bu düzenlemeyle, örneğin 30 yaşından küçük, ücreti 3000 TL'dan yüksek ve lise bitirmiş hizmetlileri bulmak için (serisel, yani teker teker değil de) aynı anda hepsi birden aranabilir.

tanımlama sözcüğü

X 0 1 X X 1

1	1	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1
1	0	1	0	1	0	0

dizideki veri uyum

Şekil 4. Herbiri 6 bit'lik 5 veri sözcüğünün içeriği adreslenebilen bir bellekteki gösterilimi.

4. BELLEK TÜRLERİ:

Yarıiletken bellekleri okuma-yazma sıklıklarına göre sınıflandırabiliriz. Bu sınıflamada, bir uçta salt-oku bellekler (SOB), öte uçta yaz-oku bellekler yer alır. Ara yerde, son zamanlarda gittikçe daha çok kullanılmaya başlanan çoğukez-oku bellekler vardır.

Maske programlamalı salt-oku belleklerde veri belleğe yapımda yerleştirilir, sonradan değiştirilemez. Elektriksel programlamalı salt-oku belleklerde ise veri belleğe ara bağlantıların eritilmesi yoluyla yerleştirilir. Yani bellek, kullanıcı tarafından programlanabilir ancak sonradan belleğin içeriği değiştirilemez.

FAMOY (*) türü bellekte veri belleğe elektriksel olarak yazılır, ancak çok iyi yalıtılmış elektrotlarda elektrik yükü olarak saklanır. Kullanıcı, belleği, isterse yeniden programlayabilir. Belleğin silinmesi elektriksel olarak yapılamaz, morüstü ışınım tutularak gerçekleştirilir. Alışılmış MOYRE (metal-oksit-yarıiletken-rasgele erişimi) belleklerde hem okuma, hem yazma işlemi elektriksel olarak gerçekleştirilir, ne var ki bellek, besleme gücü olmaksızın veriyi ancak birkaç milisa-

niye tutabilir. Çeşitli türden MNOY bellekler ise MOYRE belleklerle FAMOY bellekleri arasındaki boşluğu doldururlar. Bunlarda hem okuma hem de yazma kullanıcı tarafından elektriksel olarak yapılır, ne var ki belleğin veriyi tutabilme süresi günler aşamasından binyıllar aşamasına kadar olabilir, bu süre yazmada uygulanan veruşların genlik ve süresinin de bir işlevidir. MNOY bellekler satışa ilk kez 1972 güzünde sunuldu, tek bit'lik aygıt olabildiği gibi 64 ya da 1026 bit'lik dizi halinde de bulunabilmektedir. Şekil 1, 1024 bit'lik bir MNOY belleği göstermektedir.

Çizelge 1'de çeşitli türden belleklerin saklama süreleri ve yazma süreleri karşılaştırılmalı olarak görülmektedir. MNOY belleklerde saklama süresi sınırsız olarak kullanılabilir, çünkü bu belleklerde silme elektriksel olarak yapıldığından, bellekteki bilgi tazelenebilir. Tazelenmeler arasındaki süre devinik (dynamic) MOY belleklerde olduğu gibi bir milisaniye değil de, örneğin bir yıldır. (Bu tipin yeni geliştirilen bir örneğini bu sayfada veriyoruz.)

5. MOY BELLEKLER NASIL ÇALIŞIYOR:

Şekil 5'de MOY, MNOY ve FAMOY tranzistorların kesitleri görülmektedir. Örnek olarak

p kanallı türler ele alınmıştır. Her üç türde de yüksek özdirençli (örneğin 10 Qcm) bir n tipi bir alttaş (substrate) ve fazla katkılanmış p+ tipi kaynak ve akaç yayınları vardır. MOY türü tranzistorda geçit elektrodu metaldir (alüminyum ya da polikristal silisyum), kaynak ve akaç yayınlılarının üzerine binmiştir ve yarıiletkenin yaklaşık 100 nm kalınlıkta bir silisyum dioksit katmanıyla ayrılmıştır. Geçitteki bir eksi yük delikleri oksit-yarıiletken yüzeyine çeker, böylece kaynakla akaç arasında ileten bir kanal oluşur. Geçit sığası ya da yayılım sığası MOY belleğin saklama sığası olarak kullanılır.

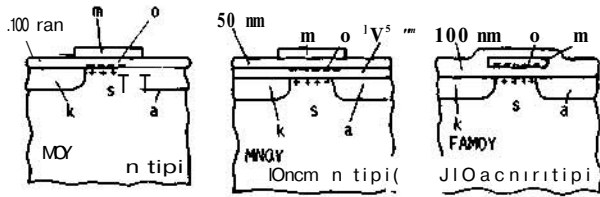
MNOY tranzistorda metal-oksit-yarıiletken sandviçin yerini metal-silisyum nitrit-silisyum oksit-yarıiletken sandviç alır. Oksit katmanı MOY'a göre çok daha incedir (1-2 nm, yani 3-6 atomluk bir kalınlık). Bu durumda, elektrik yükü oksit katmanından geçebilir. Oksit-nitrit ara yüzeyinde yükün varlığı ya da yokluğu aygıtın iki durumunu oluşturur. MOY tranzistorda olduğu gibi, burada da yükün varlığı ya da yokluğu, yükün kaynak-akaç direnci üzerindeki etkisi ile anlaşılır. Yük, geçit elektroduna alttaşa göre artı ya da eksi gerilim vererek doldurulur ya da boşaltılır.

FAMOY tranzistorda genellikle polikristal

sözcük başına yazma süresi	bellek türü	silme yöntemi	besleme gücü yokken saklama süresi
28 gün	salt-oku bellek (maske programlı)	silinemez	sonsuz
1 sn	salt-oku bellek (eritme bağlantılı)	silinemez	sonsuz
6 sn	FAMOY	morötesi ışınım	1000 yıl
10 msn	MNOY (A türü)	elektriksel	100 yıl
100 usn	MNOY (C türü)	elektriksel	1 yıl
1 ysn	MNOY (E türü)	elektriksel	1 gün
350 nsn	MOY	elektriksel	2 msn

Çizelge 1. Yarıiletken rasgele erişimli belleklerin bilgi saklama özellikleri.

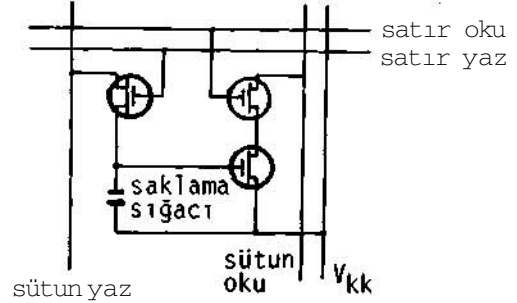
silisyumdan yapılan "metal" elektrot oksitle çevre sarılmıştır ve elektriksel olarak yalıtılmıştır. Bu elektrotta yükün varlığı ya da yokluğu MOY ve MNOY aygıtlardaki gibi anlaşılır. Yük, akaç elektrodunu çığ kırılımına uğratarak doldurulur, aygıtı morötesi ışınımına tutarak boşaltılır. Morötesi ışınım yüklere elektrotu terketmeye yeterli enerji sağlar.



Şekil 5. p kanallı MOY, MNOY ve FAMOY tranzistorlarının kesitleri. Saklanan yükün yeri gösterilmiştir, m: metal geçit, o: yalıtkan silisyum dioksit, s: yüksek öz dirençli yarıiletken, n: yalıtkan silisyum nitrit, k: kaynak, a: akaç.

6. BELLEK HÜCRELERİ.:

Şekil 6'da 1024 bit'lik p kanallı silisyum geçitli rasgele erişimli bellek yongasını (tip 1103) oluşturan üç tranzistorlu hücre görülmektedir. 1103 tipi piyasaya çıkan ilk tam kod çözmeli 1024 bit'lik bellek yongasıydı. (1970 güzü). Veri, C sığacında yükün varlığı-ya da yokluğu olarak saklanmaktadır. Yük T₁ tranzistoruyla yüklenmekte, T₂ ve T₃ tranzistorlarıyla da okunmaktadır. Yük, T₁ in kaynak ekleminden sızar,



Şekil 6. 1103 bellek yongasında kullanılan 3 tranzistorlu bellek hücresi

bundan ötürü de her 2 msn'de bir tazelenmelidir. Yongada her hücre sütunu (dikeçi) için bir tane olmak üzere 32 tane tazeleme yükselteci vardır. Her satırdaki (dizekteki) 32 hücre aynı anda tazelenir, demek ki bütün yongayı tazelemek için 32 tazeleme işlemi gereklidir. 1103 tipinin bazı aksaklıklarını gidermek amacıyla, daha sonra piyasaya çeşitli 1024 bit'lik rasgele erişimli bellek yongaları çıkartıldı⁽⁶⁾. Yeni belleklerin bazı üstünlükleri şöyle sıralanabilir: Tazeleme gerektirmemesi, standart besleme gerilimleri kullanması, daha kısa erişim süreleri, daha küçük güç harcaması (1103'de 180 msn olan erişim süresi sonraları bunun üçte birine kadar düştü). Ayrıca her hücrede üç yerine bir tranzistor kullanan yongalar da yapıldı⁽⁷⁾. Ayrıca tümler MOY (çok düşük güç harcamalı, fakat düşük veri sığası: 256 bit) ve çift taşıyıcılı bellekler (hızlı, kullanımı kolay, fakat yüksek güç harcamalı) de vardır. Ye-

yıl	yonga	sığa (bit)	erişim süresi (ns)	tam hızda güç/bit (mW)	besleme gerilimleri (V)	TTM çıkış yelpazesi
1970	1101	256	1000	2,0	+5; -7; -10	1
1973	5502	1024	35	0,4	+5; 0	10
1973	4030	4096	300	0,1	+12; +5; -3	2

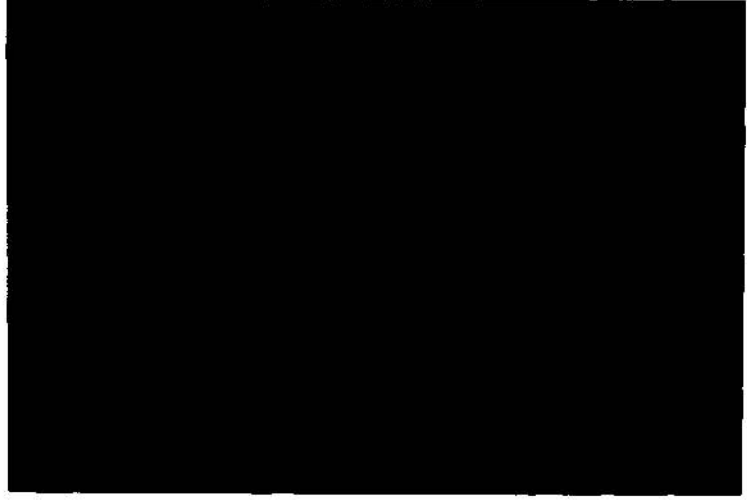
çizelge 2. Son dört yılda yaz-okuyucu belleklerdeki gelişmeyi göstermek için üç örnek. 5502

çift taşıyıcılı, 4030 ise n kanallı MOY bellektir.

YENİ BİR (MNOY) BELLEK

Siemens araştırma laboratuvarında geliştirilen yeni bir metal-nitrit-oksit-yarıiletken (MNOY) bellekhüresi Şekilde görülmektedir (boyut karşılaştırması için hücre, bir saç kılınının içinde gösterilmiştir). Belleğe konan bilgi, besleme gerilimleri ortadan kalksa bile kaybolmamaktadır (bilgi en az 12 ay bellekte saklanabilmektedir). Geçit alümin - yumdandır. Geçit dielektriği 50 nm kalınlıkta bir silisyum nitrit (Si N) katmanından oluşmaktadır. Oksit katmanının kalınlığı

maninin kalınlığı ise 2 nm'dir (Şekil 5'e bakınız). Bu bellek türünün özellikle telefon santrallerinde ve süreç denetim bilgisayarlarında kullanılması öngörülmektedir.



ni araştırmaların ürünü olarak yakında düşük güçlü, çift taşıyıcılı rasgele erişimli belleklerin kullanımına sunulacağı tahmin edilmektedir (⁶»⁷).

Bit başına fiyatı 1,75 kuruş olacağı tahmin edilen 4096 bit'lik yarıiletken belleklerin yakında bilgisayarlarda ana bellek olarak çekirdek belleklerin yerini alacağı kesindir (⁷).

Çizelge 2'de üç tip belleğin karşılaştırılması görülmektedir.

7. YAZ-OKU BELLEKLERİN UYGULAMA ALANLARI:

Yarıiletken yaz-oku belleklerin en önemli kullanım alanı bilgisayarların ana belleğini oluşturmaktır; başka veri saklama işleminde de kullanılabilirler. Bir örnek yavaş taramalı televizyonda kırışmaya engel olunmasıdır. Resmin her çerçevesi yavaş tarama hızında bir yarıiletken bellekte saklanır, sonra bunlar gösterimde kırışma yapmayacak yüksek bir hızda bellekten okunur. Tıp elektronijinden bir örnek, elektrokardiogram dalgalarının saklanması ve çözümlemesidir. Bellek kullanılarak, arasıra gelen anormal bir kalp vuruşu ilerde incelenmek üzere saklanır.

Sayısal saklamalı osiloskopta incelenen im

(işaret) örneklenir, sayısala çevrilir ve yarıiletken bellekte saklanır. Bir kez olup giden olaylar böylelikle kalıcı olarak saklanabilmiş olur, osiloskopta tekrar tekrar göstergelenebilir ya da kalemli yazıcıyla çizdirilebilir. Eğer bellek gelen imle sürekli olarak yenileniyorsa ve belleğin yenilenmesi tetikleme ile durdurulursa; imin geçici olaydan önceki, geçici olay sırasındaki ve ondan sonraki durumunu birlikte osiloskopta görmek olanağı sağlanmış olur. Bu, özellikle yalıtıktan delinmesi incelemelerinde çok yararlıdır.

8. SALT-OKU VE ÇOĞUKEZ-OKU BELLEKLERİN UYGULAMA ALANLARI:

En önemli kullanım alanı başvuru çizelgelerinin oluşturulmasıdır. Örneğin bir elektronik masa hesaplayıcısında 'sinüs ya da başka bir trigonometrik işlevin değerinin bulunmasını-düşünün. 512x8 bit'lik bir salt-oku bellek sinüs değerlerini 0,004'den daha küçük bir salt yanlışla verir. Böyle bir salt-oku bellek, sayısal bir sayıciyan adreslerin sağlanması ve çıkışın da sayısal örneklerle çevrilmesiyle örnek sel sinüs-biçimli dalga üretebilir. Sinüs dalgasının frekansı istendiği kadar küçük tutulabilir. Faz Çevre) farkları çok kesin olarak bilinen ve ayarlanabilen sinüs

dalgaları bu yoldan elde edilebilir. Faz farkları sayıcılardaki sayılar arasındaki farkları ayarlayarak ayarlanır.

Uygun programlama ile başka dalga biçimleri de elde edilebilir. Örneğin, belirli bir çevre biçimine sahip olması gereken bir kamın yerine referans öteleme bir salt-oku bellekten elde edilen bir servo dizgesi kullanılabilir. Böylelikle istenen eğri biçimi kolaylıkla değiştirilebilir ve optimize edilebilir.

Mekanik belleklerin yerine kullanılabilen bir yarıiletken bellek örneği de verelim. Evlerdeki elektrik sayaçlarında müşterinin harcaması mekanik bellekte (sayaç kısmı) saklanır ve gözle okunur. Oysa, mekanik bellek yerine yarıiletken bellek konursa evlerdeki elektrik sayaçlarının merkezden okunması kolaylıkla olanak kazanır. Doküman endüstrisinde örüntü seçimi, kimyasal süreçlerde sıcaklık ve akış hızı seçimi gibi yerlerde de mekanik bellekler yerine artık yarıiletkenler kullanılıyor.

9. SONUÇ:

Yarıiletken bellekler, bilgisayarlarda miknatıslı çekirdek belleklerin yerini kılacaktır. Ucuzlukları ve kullanma kolaylıkları yarıiletken belleklerin bilgisayarlar dışında da çeşitli alanlarda kullanılmasına olanak sağlıyor.

10. KAYNAKLAR

C¹) Riley, W.B., "Special report: semiconductor memories are taking over data

storage applications", Electronics, 2 Ağustos 1973, s.75

(*) Altman, L., "Special report: semiconductor r.a.m.s. land computer main-frame job", Electronics, 28 Ağustos 1972, s. 63

(*) Parhami, B., "Associative memories and processors: an overview and selected bibliography", Proc. Inst. Elect. Electron. Eng., 1973, 61, s. 722

(**) Frohman-Bentchkowsky, D., "R.O.M. can be electrically programmed and reprogrammed and reprogrammed", Electronics, 10 Mayıs 1971, s. 91

(⁵) Güder, J.H., "M.N.O.S. memory upstaging m.o.s. and fixed heads in some areas", Electron. Des., 1973, 18, s. 28

(⁶) tiilcock, J.D., "Semiconductor r.a.m.s. an expanding activity", New Electron., 20 Şubat 1973, s. 39

(⁷) Kuo, C, et al., "Sense amplifier design is key to 1-transistor celi in 4096-bit r.a.m.", Electronics, 13 Eylül 1973, s. 116

(⁸) Hart, CM. ve Slob, A., "Integrated injection logic (I*L)", Philips Technical Rev., 1973, 33, s. 76

(⁹) »iedman, S.K. ve Berger, H.H., "A new static shift register vith dynamic transfer", Solid State Electron., 1973, 16, s. 1007

i¹) BRITTON, J., "Metal-nitride-oxide i.e. memory retains data for meter reader", Electronics, 23 Ekim 1972, s. 119