

ANGELA ROSSONI

Il mercato delle memorie sta crescendo rapidamente, trainato dalla domanda per gli apparecchi mobili e consumer digitali. Oggi le memorie volatili dominanti sul mercato sono SRAM e DRAM e relative varianti: la loro limitazione principale è la volatilità, ovvero la perdita permanente dei dati memorizzati in caso di rimozione dell'alimentazione. La quasi totalità delle memorie non volatili in commercio è

Numerose soluzioni di memoria alternative sono state proposte al fine di rispondere ai requisiti sempre più stringenti imposti dal mercato ed alle criticità legate alla miniaturizzazione, e di offrire prestazioni superiori combinando al contempo i vantaggi delle tecnologie esistenti in un unico dispositivo

in cooperazione con Cypress una tecnologia di memoria in un'architettura tridimensionale brevettata. Le soluzioni DPROM (Diode Programmable ROM), sono state proposte per aumentare la densità, sostituendo l'interruttore da un diodo formato dalla diffusione di drain e dal gate.

Le nuove memorie sono invece basate su principi fisici molto diversi, ma sono tutte accomunate dal fatto di proporsi come memorie "universali", che com-

La memoria universale: utopia o realtà?

basata sul principio dell'immagazzinamento delle cariche, secondo due modalità: attraverso un gate flottante (alla base della tecnologia Flash) e l'intrappolamento di carica in uno strato di materiale sottostante il gate della cella (come avviene nelle memorie NROM, di tipo Oxide Nitride Oxide o ONO). Tale approccio si è rivelato essere finora il miglior compromesso in molte applicazioni. Tuttavia esso impone il ricorso a barriere energetiche molto alte che devono essere superate dalle cariche in programmazione ed in cancellazione. Di conseguenza occorre una tensione elevata, in genere pari a 10 - 20 V, per le operazioni di modifica del contenuto delle celle, con un notevole impatto sulla velocità di programmazione/cancellazione, sulla durata, sulla scalabilità ed in ultima analisi sulla progettazione a livello di sistema. I produttori di memorie tradizionali stanno quindi investendo nelle tecnologie alternative, anche se è stata dimostrata la scalabilità

della tecnologia flash almeno fino al 2008. Le memorie alternative prenderanno piede inizialmente in tecnologie di nicchia con requisiti particolari di densità, non volatilità o consumi. Esse renderanno inoltre possibile l'uso delle memorie su semiconduttore come hard disk allo stato solido.

LE ARCHITETTURE TRADIZIONALI RIVISITATE

Disporre di densità superiori rispetto a quelle oggi in commercio consentirebbe la memorizzazione di grandi quantità di dati multimediali come il video. Per ottenere ciò, università, centri di ricerca ed aziende stanno sviluppando tecnologie di memoria alternative. Stanno inoltre valutando la modifica delle soluzioni tradizionali con l'introduzione di architetture che memorizzano più bit per cella (di tipo multilivello o ONO), o che fanno uso di materiali o meccanismi di switching innovativi. In occasione dell'International Electron Devices Meeting a San



Francisco dello scorso Dicembre i ricercatori Infineon hanno presentato una memoria con celle in geometria da 20 nm, basata su una struttura FinFET, in grado di portare la capacità delle Flash a 32 Gbit nel giro di pochi anni. La startup Matrix Semiconductor ha sviluppato

binano i vantaggi delle memorie non volatili (velocità e densità) con la non-volatilità, oltre a tollerare un numero pressoché infinito di cicli di programmazione/cancellazione ed offrire al contempo bassi consumi ed un costo per bit contenuto.

Le memorie FRAM o FeRAM (Ferroelectric Random Access Memory) hanno ottenuto l'attenzione di colossi tra cui Samsung, Fujitsu, NEC, Renesas, Toshiba, Infineon e Texas Instruments, che hanno acquisito la licenza per la tecnologia da Ramtron. Nelle FRAM la cella di memoria è costituita da un cristallo ferroelettrico fra i due elettrodi di un condensatore, ed è 2,5 volte più piccola rispetto a quella di una memoria SRAM. Il

continua a pagina 16 ►

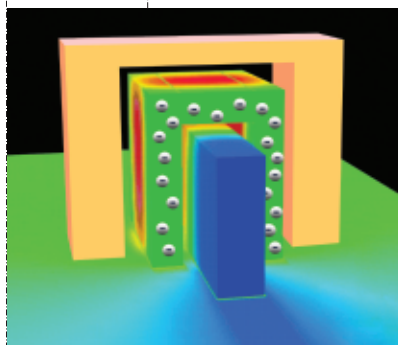


Fig. 1
Ritornando ad una struttura a FinFET, Infineon è stata in grado di realizzare una memoria Flash in geometria da 20 nm

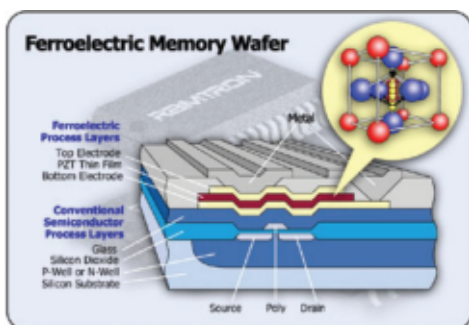


Fig. 2 -
Principio di
funzionamento
di una cella di
memoria FRAM
(fonte:
Ramtron)

➔ segue da pagina 15

La memoria...

mercato delle FRAM potrebbe valere 2 miliardi di dollari entro il 2008. Le MRAM combinano la velocità delle SRAM, la densità delle DRAM con la non-volatilità delle memorie flash, oltre ad offrire bassi consumi. Esse memorizzano i dati facendo uso dello stesso materiale magnetico che è usato nelle testine di lettura degli hard disk. Le aziende attive nello sviluppo delle memorie comprendono le americane IBM, Freescale, Honeywell, Hewlett Packard, NVE; le giapponesi Fujitsu, Matsushita, Renesas, NEC e Toshiba, ed infine le europee Infineon e Philips, oltre al centro di ricerca IMEC (Interuniversities Micro-Electronics Center). Sharp ha messo a punto una versione a basso consumo di memoria che sfrutta l'effetto magnetoresistivo, denominata RRAM (Resistor RAM). La società di analisi Nanomarkets prevede un giro di affari attorno alle MRAM di 2,1 miliardi di dollari nel 2008 e 16,1 miliardi di dollari nel 2012. Le memorie ovniche o a cambiamento di fase (OUM o PCM) proposte per la prima volta nel 1970 ad opera di un gruppo di scienziati fra cui Gordon Moore, offrono importanti vantaggi in termini di velocità e di basse tensioni operative, e sfruttano la variazione di resistenza nei materiali costituiti da particolari leghe costituite da materiali su materiali

detti calcogenuri che possono assumere due fasi stabili (cristallina ed amorfa). Il funzionamento è in principio simile a quello usato per la lettura e scrittura dei CD-ROM. Intel, ST-Microelectronics ed Elpida hanno ottenuto la tecnologia in

licenza dalla società Ovonix, che ha proposto il concetto. Anche Samsung e Philips stanno realizzando memorie a cambiamento di fase. La tecnologia PMC (Programmable Metallization Cell), che sfrutta le proprietà degli ioni immersi in una matrice vetrosa, è stata sviluppata dall'americana Axon Technologies ed è stata concessa in licenza ad Infineon e Micron. Altre soluzioni alternative proposte comprendono memorie polimeriche o PRAM, dispositivi a nanotubi, a MEMS (sviluppate ad esempio da IBM, dall'olandese Cavenish Kinetics e dalla startup Nanochip), memorie molecolari, basate su transistor a singolo elettrone (SEM, Single Electron Memory) e di tipo olografico. I dispositivi MEMS in particolare consentono di ottenere densità da 1 terabit per pollice quadro e di memorizzare il contenuto di 25 DVD in un'area pari a quella di un francobollo.

LE OPPORTUNITÀ NELLEMBEDDED

Le applicazioni embedded costituiscono un'opportunità per le tecnologie di memoria

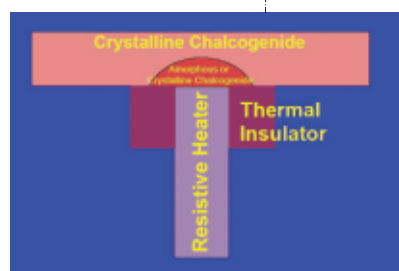


Fig. 3 - Un
dispositivo
MRAM
da 4 Mbit,
realizzato
da Freescale
ed introdotto
verso la fine
dell'anno
scorso

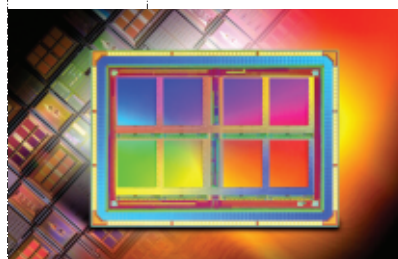


Fig. 4 -
Struttura
di una cella
di memoria
OUM/PCM
(fonte: Ovonix)

alternative. Le memorie embedded tradizionali, basate su tecnologia DRAM e le flash, richiedono da 6 a 8 maschere aggiuntive al processo CMOS logico (che richiede 26), e sono ritenute da molti non economicamente convenienti rispetto ad una soluzione di tipo SiP (System-in-Package). Le DRAM embedded inoltre richiedono un costoso processo di burn-in durante la fabbricazione. Pervia delle loro prestazioni e di bassi consumi, le memorie NROM, OUM, MRAM e FRAM sono anche considerate per le applicazioni embedded nei SoC. Esse inoltre richiedono appena 2 maschere aggiuntive rispetto al processo CMOS. LSI Logic ha siglato un accordo di coopera-

zione con la startup Nantero e sta sviluppando dispositivi ASIC con memorie a nanotubi embedded. Un metodo di fabbricazione commerciale dovrebbe essere messo a punto entro il 2006. Zettacore sviluppa nanotecnologie molecolari per la realizzazione di nuovi tipi di memorie standalone ed embedded. Infineon sta inoltre sviluppando (ancora a livello di ricerca) delle soluzioni smart card che integrano le tecnologie NROM, FRAM ed MRAM. Matsushita ha recentemente aggiunto delle funzionalità smart card alla propria SD card usando un modulo di memoria MRAM. Alcuni ricercatori Philips e dell'università olandese di Groningen hanno annunciato a Febbraio la realizzazione di una memoria non volatile implementata in un materiale

polimerico, poco costoso ed ideale per applicazioni RFID.

QUALE TECNOLOGIA SOPRAVVIVRÀ ?

Ci troviamo in una fase di esplosione "precambriana" di tecnologie di memoria alternative: è lecito chiedersi quale di queste avrà un futuro. MRAM, FRAM e OUM/PCM sono ritenute senza dubbio le tecnologie più promettenti. Intel ha dichiarato di compiere ricerche su 7 tecnologie, sia internamente, sia in cooperazione con le università, e solo nel 2003 ha valutato oltre 10 nuovi concetti per lo sviluppo di nuove memorie non volatili. L'azienda ha collaborato per diversi anni con la startup norvegese Opticom per lo sviluppo di una memoria non volatile multistrato di tipo plastico, ma all'inizio di quest'anno ha annunciato di non avere intenzione di proseguire le ricerche su questa tecnologia. Nonostante la realizzazione con successo dei primi campioni di MRAM da 256 Kbit, cui sarebbe seguito lo sviluppo di una famiglia con densità fino a 64 Mbit, a febbraio di quest'anno Cypress Semiconductor ha annunciato la vendita della divisione dedicata allo sviluppo della tecnologia. Un precedente illustre di tecnologia di memoria alternativa ritenuta molto promettente in passato e successivamente finita nel dimenticatoio è costituito dalle memorie a bolle magnetiche, proposte negli anni '60 dai laboratori Bell, e sviluppate anche dal colosso IBM. Questa tecnologia sfruttava la proprietà di campi magnetici infinitesimali detti "domini" ottenuti su un substrato costituito da una maglia di fili metallici. È stata usata dalle compagnie telefoniche per memorizzare i numeri di telefono ed i messaggi registrati, ma non è sopravvissuta agli anni '70. ■