

Memorie e gestione dati

di C. Taylor

I sottosistemi elettronici delle automobili sono in grado di conservare una quantità significativa di informazioni di stato e in molti casi questi dati cambiano rapidamente e frequentemente. L'attività di registrazione dei dati è continua e, poiché il veicolo rimane spento per una gran parte della propria vita utile, è importante utilizzare memorie non volatili affinché la registrazione e la conservazione dei dati sia indipendente dall'alimentazione fornita dalla batteria.

I sistemi di sicurezza, in particolare, hanno la necessità di manipolare e conservare quantità crescenti di dati di stato. È il caso, ad esempio, dei nuovi sistemi airbag che impiegano sensori incorporati nei sedili per rilevare la presenza e/o il peso del passeggero. Queste informazioni sono trasmesse al dispositivo di controllo dell'airbag, che le utilizza per prendere decisioni riguardanti il gonfiaggio dell'airbag stesso. Anche i dispositivi che gestiscono le cinture di sicurezza, però, potrebbero utilizzare vantaggiosamente i dati forniti dai sensori che rilevano la presenza e il peso del passeggero.

Attualmente le tecnologie di memoria non volatile maggiormente utilizzate nelle applicazioni automobilistiche sono rappresentate dai dispositivi "floating gate" come le EEPROM e le Flash. I dispositivi floating gate sono dotati di gate in polisilicio isolati dal canale per mezzo di un sottile strato di SiO_2 . Per programmare il dispositivo si applica una tensione elevata al gate di controllo al fine di accelerare il flusso degli elettroni (dispositivo a canale N) verso il terminale di source.

Gli odierni sistemi elettronici sono chiamati a gestire una quantità crescente di dati che descrivono lo stato del sistema stesso. La dotazione di funzioni programmabili, un tempo considerate come accessori di lusso, sta infatti rapidamente diventando la norma per molti sistemi. Ciò vale in modo particolare per il settore automobilistico, dove oggi trovano applicazione alcuni tra i sistemi elettronici più complessi.

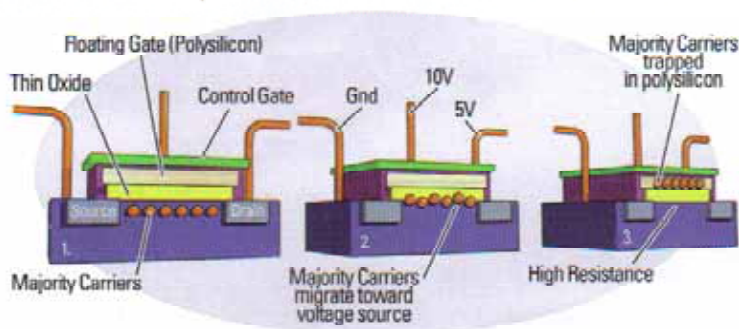


Fig. 1 - Programmazione dei dispositivi floating gate

ce. In questo modo gli elettroni assumono un'energia cinetica sufficiente per attraversare lo strato isolante e rimangono intrappolati nel polisilicio (Fig. 1).

Si ha anche la formazione di una regione di svuotamento all'interno del canale, cosicché a una determinata tensione di gate, un dispositivo programmato si trova in stato "off" (resistenza più alta), mentre un dispositivo non programmato o che sia stato cancellato si trova in stato "on" (resistenza più bassa).

I nuovi e più severi requisiti posti dalle applicazioni automobilistiche rendono oggi più evidenti le limitazioni intrinseche della tecnologia di memoria floating gate.

Il processo di programmazione richiede diversi millisecondi, un tempo assolutamente eccessivo per le applicazioni critiche legate alla sicurezza. La programmazione, inoltre, ha l'effetto di danneggiare lo strato isolante, pertanto il dispositivo può sopportare un numero limitato di operazioni di scrittura - generalmente dell'ordine di centinaia o un milione. Questo valore massimo può risultare insufficiente per determinate applicazioni, quali, ad esempio, i sistemi airbag dotati di sensori che rilevano il peso del passeggero. Infatti se si intendesse aggiornare una volta al secondo il dato fornito dal sensore, un di-

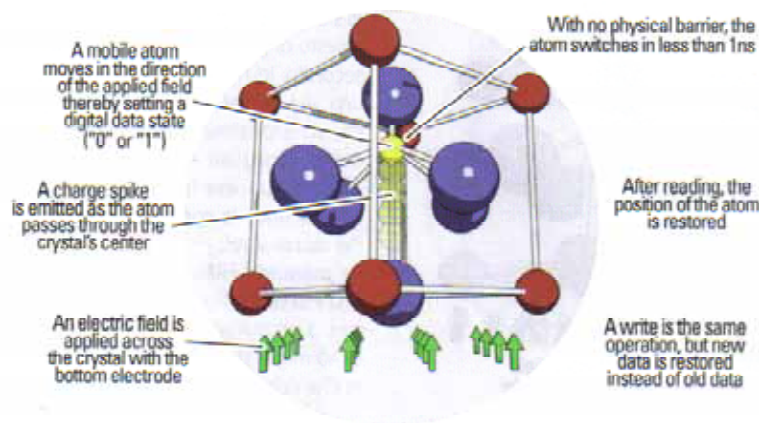


Fig. 2 - Effetto dell'applicazione di un campo elettrico a un cristallo ferroelettrico

spositivo floating gate si consumerebbe in meno di dodici giorni. Esiste un'alternativa rispetto alla continua effettuazione di operazioni di scrittura: i dati possono essere conservati in un buffer e trascritti nella memoria non volatile solo quando viene a mancare l'alimentazione o quando accade un evento. Questa soluzione però richiede di utilizzare le risorse di una CPU, che dovrebbe segnalare il verificarsi di un evento, inoltre potrebbe essere necessario prevedere una sorgente di alimentazione alternativa per assicurare la disponibilità di energia sufficiente a scrivere i dati nel dispositivo floating gate in modo affidabile.

Poiché sempre più spesso i moduli airbag sono dotati di una funzione che memorizza i dati in caso di incidente, è opportuno valutare le prestazioni della memoria anche in questa circostanza.

La conservazione dei dati prima dell'incidente può essere ottenuta utilizzando un "rolling log", ma anche in questo caso i limiti di durata renderebbero problematica l'applicazione di memorie floating gate. Devono inoltre essere considerati i vincoli energetici.

I moduli airbag sono dotati di grossi condensatori che immagazzinano un'energia sufficiente per l'azionamento della piccola carica esplosiva che fa gonfiare il pallone. Dopo l'azionamento dell'airbag può rimanere energia sufficiente per trascrivere le informazioni da un buffer, ma la quantità di dati che può essere scritta è limitata dall'energia residua immagazzinata nel condensatore e dalla velocità di scrittura della memoria. Per un tipico dispositivo di memoria floating gate da 2 kB, la velocità di scrittura media è di circa 4 byte/5 ms.

La scrittura dell'intero dispositivo, quindi, può richiedere più di un secondo.

L'uso di RAM (random access memory) non volatili come le memorie ferroelectriche (FRAM) pone meno problemi. Questi dispositivi hanno una durata elevata (1E12 e oltre) e le loro necessità di alimentazione sono sensibilmente inferiori. La tecnologia FRAM brevettata di Ramtron permette di utilizzare materiali ferroelectrici con le tecnologie di fabbricazione tipiche dei semiconduttori standard, per produrre memorie non volatili, dispositivi analogici e dispositivi a segnali misti.

Questi prodotti uniscono i vantaggi tipici delle DRAM e delle RAM statiche (alta velocità di lettura-scrittura, numero illimitato di cicli di scrittura, basso consumo) con la sicurezza della conservazione dei dati nel caso di mancanza di alimentazione, una prestazione che non può essere ottenuta con le tecnologie RAM standard. La memoria FRAM è fabbricata tramite un processo standard CMOS (complementary metal oxide semiconductor). Ogni singola cella comprende un cristallo ferroelectrico collocato tra due elettrodi in modo da formare un condensatore, di forma simile ai condensatori delle DRAM. Invece di immagazzinare i dati sotto forma di una carica elettrica nel condensatore, come avviene nelle memorie volatili, la FRAM conserva l'informazione all'interno del cristallo ferroelectrico.

Se si applica un campo elettrico a un cristallo ferroelectrico, l'atomo centrale si muove nella direzione del campo. Nel suo movimento all'interno del cristallo,

Memory options for managing state data in automotive safety systems

TODAY'S ELECTRONIC SYSTEMS ARE MANAGING AN INCREASED AMOUNT OF STATE DATA. PROGRAMMABLE FEATURES, ONCE CONSIDERED HIGH-END ADD-ONS, ARE FAST BECOMING THE NORM. THIS IS PARTICULARLY THE CASE IN THE AUTOMOTIVE MARKET FOR WHICH SOME OF THE MOST COMPLEX ELECTRONIC SYSTEMS ARE BEING DESIGNED TODAY. SAFETY SYSTEMS ESPECIALLY HAVE A REQUIREMENT TO HANDLE AND STORE INCREASING AMOUNTS OF STATE DATA AND IT IS IMPORTANT TO USE NON-VOLATILE MEMORY SO THAT DATA RECORDING AND STORAGE IS NOT RELIANT ON THE POWER OF A BATTERY.

CURRENTLY, THE PREDOMINANT NON-VOLATILE MEMORY TECHNOLOGIES USED IN AUTOMOTIVE APPLICATIONS ARE FLOATING GATE DEVICES SUCH AS EEPROM OR FLASH. HOWEVER, AS AUTOMOTIVE DESIGN REQUIREMENTS CHANGE AND BECOME MORE COMPLEX, THE RESTRICTIVE NATURE OF FLOATING GATE MEMORY TECHNOLOGY IS BECOMING INCREASINGLY APPARENT. USING A NON-VOLATILE RAM SUCH AS RAMTRON'S FRAM TECHNOLOGY IS LESS PROBLEMATIC. THEIR ENDURANCE IS HIGH (1E12 AND ABOVE) AND THEIR POWER REQUIREMENT IS SIGNIFICANTLY LOWER.

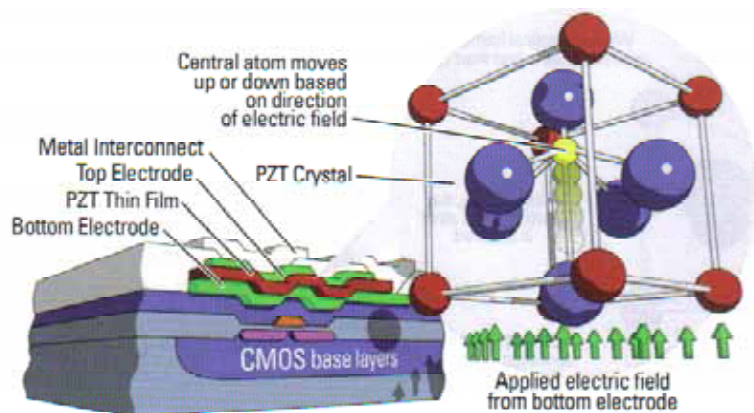


Fig. 3 - La tecnologia delle memorie FRAM è compatibile con i processi produttivi CMOS standard

l'atomo attraversa una barriera energetica, provocando un picco di carica. I circuiti interni avvertono il picco di carica e modificano lo stato della memoria. Se si cessa l'applicazione del campo elettrico al cristallo, l'atomo centrale rimane nella propria posizione, conservando così lo stato della memoria. Pertanto la memoria FRAM non necessita di "refresh" periodici e in mancanza di alimentazione continua a conservare i dati. È veloce e non si consuma! (Fig. 2).

La tecnologia delle memorie FRAM è compatibile con i processi produttivi CMOS standard. Il sottile strato ferroelettrico è collocato sopra gli strati di base dell'architettura CMOS e inserito tra due elettrodi. Il processo è completato dalla deposizione del metallo di interconnessione e dalla passivazione (Fig. 3).

Negli ultimi tempi la tecnologia delle memorie FRAM si è evoluta in modo significativo. Le prime architetture FRAM richiedevano una struttura composta da due transistor e due condensatori (2T/2C), che comportava la costruzione di celle di dimensioni relativamente grandi. I recenti progressi nel campo dei materiali ferroelettrici e dei processi produttivi hanno permesso di fare a meno di un condensatore di riferimento all'interno di ogni singola cella di memoria. Analogamente alle DRAM, la nuova architettura di cella FRAM a "un transistor/ un condensatore" utilizza una sola capa-

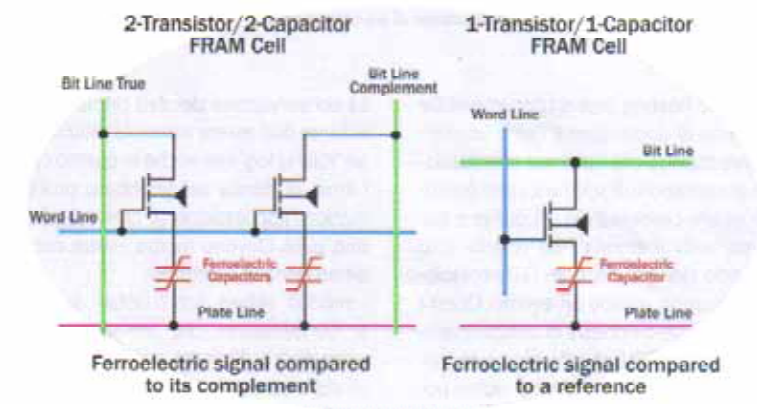


Fig. 4 - La nuova architettura 1T/1C migliora significativamente lo sfruttamento del DIE e riduce i costi di fabbricazione

cità come riferimento comune per ogni colonna dell'array di memoria, dimezzando l'area richiesta rispetto alle architetture 2T/2C.

La nuova architettura migliora significativamente lo sfruttamento del die e riduce i costi di fabbricazione dei prodotti di memoria FRAM (Fig. 4).

La tecnologia FRAM ha anche adottato nodi più piccoli per rendere più economiche le singole celle di memoria. Il recente passaggio a un processo produttivo a 0,35 μ ha consentito di ridurre la tensione di alimentazione e migliorare lo sfruttamento dell'area del wafer, rispetto alle precedenti generazioni dei prodotti FRAM fabbricati sulle linee produttive Ramtron da 0,5 μ .

Nelle applicazioni riguardanti i sistemi

di sicurezza degli autoveicoli dove sia richiesto di aggiornare i dati una volta al secondo, le memorie FRAM avrebbero una vita operativa di oltre 31.000 anni. Questi dispositivi, pertanto, sono senza dubbio adeguati a memorizzare informazioni con una frequenza sufficiente ad assicurare la corretta conservazione dei dati di stato.

Le memorie FRAM possono garantire una vita operativa di 25.000 ore (equivalenti a un milione di miglia alla velocità di 40 miglia orarie) anche in applicazioni che richiedano 10.000 aggiornamen-

ti al secondo (1 operazione di scrittura ogni 100 microsecondi). I vantaggi sono notevoli anche nelle applicazioni che richiedano un contenimento del consumo di energia, come ad esempio i sistemi di controllo degli airbag: un dispositivo FRAM da 16 kb, infatti, può essere scritto in 3,3 ms con un consumo di energia significativamente inferiore rispetto ad altre tecnologie di memoria.

Craig Taylor, direttore marketing di Ramtron International Corporation

RAMTRON INTERNATIONAL CORPORATION
www.ramtron.com