

Magnetiskt minne vill parkera i bilen



Lagrar data blixtnabbt och säkert

Av Duncan Bennett, Everspin Technologies



Duncan Bennett ansvarar för produktmarknadsföring på Everspin, som är det enda företag som för närvarande levererar MRAM på den öppna marknaden. Närmast kommer han från Ramtron, där han också arbetade med produktmarknadsföring. Duncan har även arbetat med liknande uppgifter på Cyan och Cygnal och som FAE på Dallas Semiconductor.



Magnetiska minnen passar väl i en mängd fordonstillämpningar, påpekar Everspin.

Magnetiska minnen, MRAM, vinner allt fler socklar i fordonssystem. En väsentlig anledning är att minnet inte tappar data vid spänningsbortfall. Därmed går det snabbare att utveckla och verifiera ett system, samtidigt som firmware blir enklare och bootprocessen går snabbare. Här tittar vi på hur MRAM passar in i fordonstillämpningar.

Vissa fordonssystem måste samla in data ofta. Om data samlas in för att analyseras senare ska det helst lagras icke-flyktigt, så att det är skyddat vid strömavbrott.

SÄG ATT SYSTEMET ska spara data en gång per sekund. Om du använder icke-flyktiga minnen som EEPROM eller flashminne som

klarar en miljon cykler kommer de att hålla lite drygt elva dagar! Ett MRAM har däremot obegränsad hållbarhet (endurance). Du kan skriva och läsa så många gånger du vill. Minnet slits inte.

Denna egenskap skapar utrymme för tillämpningar som inte varit möjliga med existerande icke-flyktiga minnestekniker. Cirkulära skrivbuffertar är ett sådant exempel. Här sparas kontinuerligt information om det som sker. Vid ett strömavbrott, eller om något annat inträffar, finns informationen om det som hänt precis innan avbrottet kvar i bufferten. Eftersom ett MRAM skriver snabbt (se nedan) får du en historik som är mer detaljerad än vad som är möjligt med annan minnesteknik.

En stora fördel med MRAM är att data

skrivs till minnet när det anländer. Ingen programmeringstid fördröjer förloppet som i ett EEPROM eller flash.

Det går enkelt att visa på fördelen med hög skrivhastighet.

MÅNGA FORDONSSYSTEM använder SPI-minnen, så vi använder det i vår jämförelse. Låt oss anta att vi behöver lagra 32 byte (en EEPROM-sida), att skrivtiden för ett EEPROM är 5 ms och att SPI-bussen är snabb (50 MHz). Det betyder att ett EEPROM hinner skriva cirka 200 sidor per sekund.

För ett MRAM är SPI-aktiviteten på 5,76 µs allt som krävs. Det innebär att ett MRAM hinner skriva cirka 173 000 sidor per sekund. Skrivcykeln för ett MRAM är alltså



mer än 850 gånger snabbare än för ett EEPROM.

Alla känner till att det tar tid för en dator att starta. Kanske visste du däremot inte att en bil behöver en liknande tid för att starta alla sina system – även om ett antal knep används för att dölja startproceduren för föraren.

En strategi är att spara data när bilen stängs av och sedan använda sparad status för att starta snabbare. Bilradion fungerar så. Den minns frekvensen hos den lokala sändaren. Sannolikheten är ju stor att samma sändare är inom räckhåll när strömmen slås på och i så fall finns det ingen anledning att söka efter signaler.

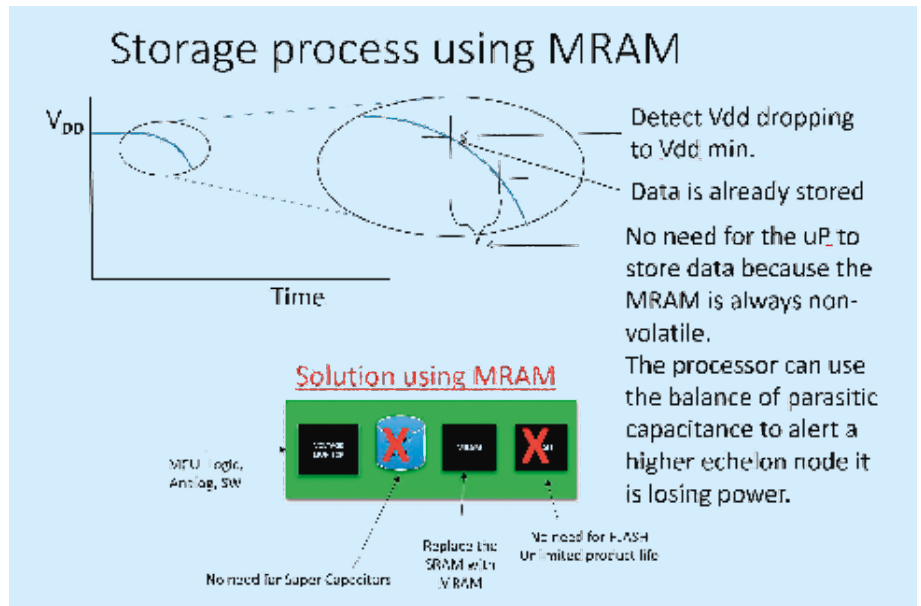
Sammantaget lagrar ett infotainment-system cirka 256 kbit till 1 Mbit statusinformation för att förkorta starttiden. Denna information måste skrivas varje gång bilen stängs av eller vid annat strömbrott.

UPPGIFTEN ATT SPARA senaste data är som klippt och skuren för MRAM. Minnet är det snabbaste icke-flyktiga, vilket innebär att det hinner spara mer data än andra alternativa från det att systemet upptäcker att strömmatningen försvunnit till den tidpunkt då data inte längre kan skrivas.

Vissa tillverkare anger att ett system måste klara ett oväntat strömbrott på två eller tre sekunder. MRAM möter det kravet utan problem.

Systemet som styr den automatiska växellådan i bilen måste minnas den status som gällde just innan ett strömbrott. När strömmen återvänder måste systemet veta det aktuella läget hos växelmekanismen annars kan det göra ett val som skadar växellådan eller motorn. MRAM är idealiskt för att lagra överföringssystemets status.

Genom att utnyttja ett MRAM:s obegränsade uthållighet går det enkelt att skapa en strategi för dataskydd. Kritiskt data kan lagras i MRAM, men användas likt ett SRAM eftersom det magnetiska minnet inte har några speciella operationer för att skri-



MRAM är ett icke-flyktigt minne som skriver data utan fördröjning. Skrivcykeln för MRAM är enligt Everspin mer än 850 gånger snabbare än för ett EEPROM.

”Systemet som styr den automatiska växellådan i bilen måste minnas den status som gällde just innan ett strömbrott”

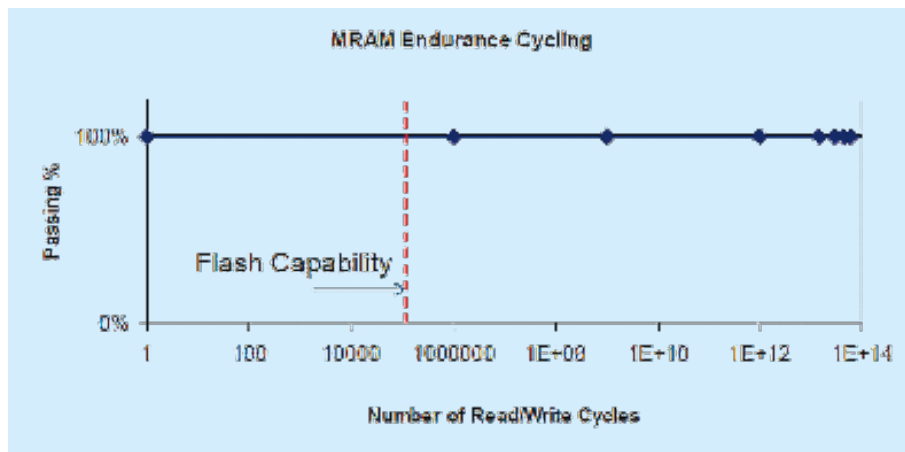
va och radera. När strömmen bryts är data redan i minnet, enbart styrkretsen måste stanna. Processen minskar glitchar i systemet när spänningen slås på och av, vilket gör utvecklingen enklare och snabbare.

EN FELLOGG – liknande den svarta lådan i ett flygplan – tillåter felsökning av problem som uppstått i fält. För att data inte ska försvinna när strömmen bryts måste minnet

både vara icke-flyktigt och kunna skrivas snabbt så att en fullständig bild av vad som hände strax innan felet sparas. MRAM utmärker sig i båda fall.

Föreställ dig en styrslinga som exekverar varje millisekund och att aktuellt data ska skrivas till en fellogg. Ett EEPROM och ett flashminne behöver 5 eller 10 ms för att skriva data, så loggen kan endast uppdateras var femte eller tionde exekvering. Risken är därmed stor att data som talar om vad som hände precis innan strömbrottet försvinner. Ett MRAM kan däremot skrivas inom 35 ns – under en exekvering hinner det alltså skriva nästan 29 000 gånger!

Vissa minnen är känsliga för bakgrundsstrålning. Neutroner från solen kan exempelvis ändra data i ett SRAM. Tester som gjorts med SRAM visar att man kan förvänta sig någonstans mellan 10⁻¹¹ och 10⁻¹⁰ störningar per bit och timme vid havsnivå.



MRAM kan läsa och skriva obegränsat antal gånger.

FAKTA: Magnetiska RAM använder traditionella CMOS-skivor som grund. De två översta metallagren består av den magnetiska delen med tunnelövergångar och magnetiska bitceller. Jämfört med vissa konkurrerande nya minnestekniker ger detta fördelar i tillverkningen eftersom man utgår från kiselskivor som redan har nödvändiga fordonskvalifikationer och processer på plats. MRAM är kvalificerad enligt fordonsstandarden AEC-Q10, både grade3 (-40°C till +85°C) och grade1 (-40°C till +125°C). Tillverkningen är certifierad enligt fordonsstandarden TS16949 och fordonskunder får en PPAP (Production Part Approval Process).

MRAM är immuna mot SEU:s (singel event upset) eller det man kallar mjuka fel (soft errors). Om du är orolig för SEU-prestanda i ditt system kan du överväga att byta ut SRAM mot MRAM, eftersom det magnetiska minnet fungerar på samma sätt som ett SEU-immunt SRAM.

Tidigare har obehörig åtkomst av fordonsdata inte ansetts vara ett allvarligt problem. Nu när man har börjat överväga kommunikation mellan fordon har däremot datasäkerhet blivit mer betydelsefullt.

SYSTEM FÖR VÄGTULLAR uppdaterar sina krypteringsnycklar ofta. Uppdateringen måste klara strömavbrott och ske snabbt eftersom ett fordon inte tillbringar någon längre tid i området kring vägtullen. För detta passar MRAM:s snabba skrivning och långa datalagring.

Samtidigt har MRAM ytterligare säkerhetsfunktioner:

- Om ett system öppnas, exempelvis ett hölje bryts, kan systemet skriva över alla data i ett MRAM innan höljet ens är helt öppet, tack vare snabb skrivning.
- Om ett MRAM väl har raderats så lider det inte av några ”spökbilder” av data. För ett flashminne kan det krävas många

radercykler innan cellerna är helt fri från resterna av tidigare lagrat data.

- Ett vanligt hacker-knep är att övervaka strömmen till det icke-flyktiga minnet. Om hackaren ser att strömmen stiger kopplar den snabbt bort matningen och förhindrar därmed att data skrivs över. Hos ett MRAM är strömmen lika vid läs- och skrivning, vilket gör denna typ av dataintrång mycket svårare.

SÄKERHETSSYSTEM, som ADAS och krockkuddar, måste lagra senast inspelat data så att det finns tillgängligt vid utredning av en eventuell krock. I USA är det trafik-säkerhetsmyndigheten NHTSA som ställer detta krav. Eftersom systemet som registrerar data kan skadas vid själva krocken är det viktigt att data snabbt kan skivas till ett icke flyktigt minne så länge strömförsörjningen är intakt. MRAM passar bra för att successivt spara data som exempelvis bilhastighet, motorvarvtal och status hos krockkuddar.

Intåget av kameror i fordon gör att det finns ett behov av att även kunna spara senaste videodata i ett icke-flyktigt minne. Om ett flashminne används för detta krävs det att flera minnesbanker används; en

enstaka bank har helt enkelt inte tillräcklig uthållighet. En sådan lösning blir dyr eftersom den kräver en större mängd minne som dessutom ska vara av fordonskvalitet (automotive grade). Här är MRAM ett kostnadseffektivt alternativ – en byte MRAM kan ersätta många byte flash.

DAGENS VANLIGASTE MINNEN närmar sig gränser för hur mycket processen kan skalas. MRAM som byggs in, eMRAM (embedded MRAM), är däremot oberoende av bas-tekniken. Ett MRAM använder traditionella CMOS-skivor som grund och processen kan vara 65 nm, 40 nm, 28 nm eller något annat. Minnet är mycket skalbart och flexibelt vilket gör att eMRAM kan ersätta flera av dagens minnestyper, exempelvis flash, DRAM och SRAM, i inbyggda tillämpningar.

Amerikanska Globalfoundries har adderat en skalbar eMRAM-teknik till sin 22FDX-plattform. Därmed får systemkonstruktörer tillgång till ett icke-flyktigt minne som skriver 1000 gånger snabbare och har 1000 gånger högre uthållighet än dagens icke-flyktiga minnesalternativ. Minnet kan dessutom behålla data vid temperaturen 260 °C, vilket underlättar lödprocessen och användning inom industrin. ■