Différence entre les dispositifs de stockage à mémoire flash pour automobile et ceux pour grand public

Auteur : Kioxia

Lorsque l'on recherche une mémoire flash pour une nouvelle application, au-delà de la diversité de produits, de boîtiers et de capacités, il faudra également faire le choix entre usage grand public ou automobile. Les membres débutants d'une équipe d'ingénieurs auront probablement du mal à faire la distinction entre les deux. Les spécifications énumérées dans les fiches techniques sont souvent similaires, et certaines peuvent même être identiques. Cependant, si les boîtiers et les spécifications peuvent présenter des similitudes, il existe des différences réelles dans les processus de fabrication, la gestion du cycle de vie et l'aide à l'analyse des défauts en cas de défaillance d'une pièce.

Dans son rapport de 2015, la ZVEI (Association allemande des fabricants d'appareils électriques et électroniques) a mis en évidence 66 différences potentielles entre les composants semi-conducteurs automobiles et grand public. Le développement de la technologie des semi-conducteurs, l'emballage et la conception du produit sont tous susceptibles de constituer des éléments de différenciation. Viennent ensuite la validation, la caractérisation et la qualification, ainsi que la fabrication et les tests, pour lesquels les normes et processus appropriés sont suivis. Par exemple, les dispositifs pour automobile sont entièrement traçables tout au long de la chaîne d'approvisionnement. La gestion des changements au niveau du fournisseur doit être conforme à la norme JEDEC J-STD-048, ce qui permet aux clients de passer les dernières commandes et de déterminer les dates d'expédition en cas d'arrêt de fabrication du produit. Les produits de mémoire flash pour l'automobile répondent généralement à la norme AEC-Q100 Grade 2 (-40 °C à +105 °C), sont commercialisés selon le Processus d'Homologation des Pièces de Production (PHPP) et assortis d'une assistance de longue durée.

Flash pour l'automobile

Les systèmes électroniques automobiles traversent également une période de transformation en raison de la complexité des systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS), de la conduite autonome (AD) et de la demande des consommateurs qui souhaitent une expérience semblable à celle d'un smartphone au volant. Les unités de contrôle électroniques (ECU) nécessitent davantage de capacités de mémoire flash, en raison de la croissance des applications à forte intensité de stockage telles que les systèmes télématiques, les systèmes d'infodivertissement embarqués et les enregistreurs de données d'événements (figure 1).

Selon les données de Quantum, les véhicules particuliers devraient consommer entre 5 et 20 To de données par jour, soit plus que la plupart des gens sur leur smartphone en un mois. Le stockage est utilisé pour les cartes hors ligne, les fichiers d'infodivertissement et fournit un emplacement pour les mises à jour OTA (Over-the-Air) jusqu'à ce qu'elles puissent être installées. Il est également de plus en plus utilisé pour stocker des images de caméras et des données de capteurs afin d'optimiser les algorithmes d'apprentissage automatique.

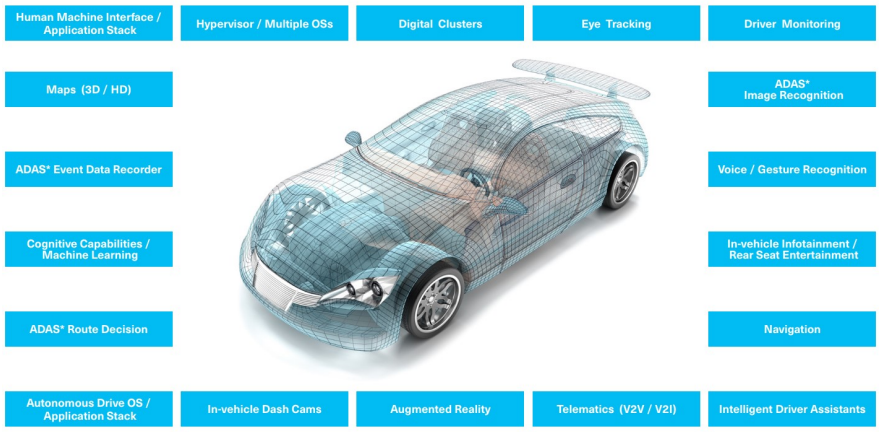

Figure 1 : Les besoins en matière de mémoire flash utilisée dans l'automobile ainsi que le nombre d'applications continuent de croître à un rythme soutenu.

Ce qui n'évolue pas, c'est l'environnement dans lequel ces ECU fonctionnent. L'environnement automobile est soumis à des températures élevées constantes, à des conditions environnementales variées ainsi qu'à des chocs et vibrations continus. La température élevée constitue le plus grand défi pour les mémoires flash.

Conservation des données dans les mémoires flash NAND

Le processus d'écriture des données dans les cellules flash NAND déclenche un cycle de programmation/d'effacement (P/E), qui nécessite l'application d'une charge électrique relativement importante. Cependant, chaque cycle de P/E entraîne une dégradation minuscule de la couche d'oxyde à l'intérieur de la cellule, ce qui explique la durée de vie limitée des mémoires flash. À un moment donné, la couche d'oxyde s'affaiblit au point de ne plus supporter de manière fiable la charge requise pour stocker les données. Le passage d'une cellule à un niveau (SLC), qui stocke 1 bit par cellule, à un stockage avec cellule à trois niveaux (TLC) a aggravé ce problème. Étant donné que la TLC utilise huit tensions différentes pour représenter les valeurs « 000 » à « 111 » que chaque cellule peut stocker, le contrôleur du NAND doit régulièrement actualiser les cellules pour s'assurer que le seuil de tension est maintenu.

La charge électrique se dégrade naturellement au fil du temps, mais le taux de perte dépend de la température et de l'état de la cellule. Le fonctionnement de la mémoire flash NAND à basse température (en dessous de 40 °C) ne pose pas de problème. Toutefois, le dépassement de ce seuil entraîne une réduction drastique et exponentielle de la capacité de conservation des données, comme le décrit l'équation d'Arrhenius (Figure 2). Certaines erreurs causées par cette dégradation sont partiellement masquées par des routines de code de correction d'erreurs (ECC) à l'intérieur du contrôleur de mémoire flash. Cependant, à un moment donné, les opérations d'écriture ne peuvent plus se poursuivre, et la cellule est considérée comme défaillante. Le bloc associé est alors marqué comme usé pour s'assurer qu'il ne soit plus utilisé.

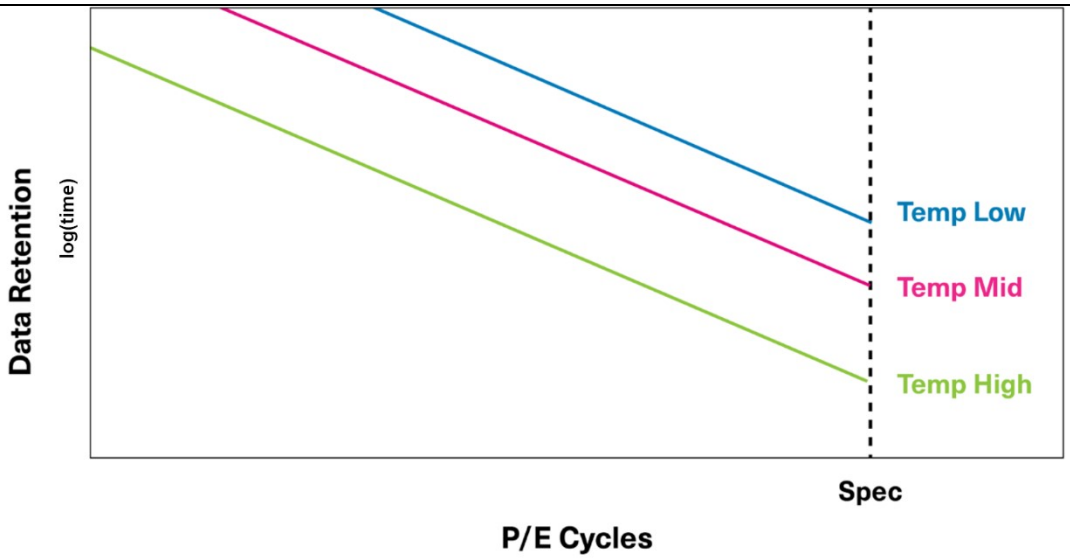

Figure 2 : Le fonctionnement de la mémoire flash à des températures supérieures à 40 °C entraîne une réduction exponentielle de la capacité de conservation des données.

Même si les développeurs d'applications sont capables d'estimer la quantité de données écrites sur leurs mémoires flash, la réalité est généralement toute autre. La NAND tout comme la NAND gérée dépendent d'un contrôleur de mémoire flash qui gère les accès en écriture à la page des dispositifs et au niveau des blocs. Par exemple, de petites quantités de données réparties sur plusieurs blocs peuvent être transférées dans un bloc afin de libérer de l'espace pour l'écriture d'autres données. Cette action n'est cependant pas liée au processus d'écriture des données initié au niveau de l'application, et ces cycles supplémentaires de lecture-effacement-modification-écriture accélèrent l'usure. Cette différence entre les données écrites par l'application et les écritures réelles sur les cellules flash est appelée Facteur d'amplification d'écriture (WAF). Un WAF proche de 1 est préférable (figure 3). Il est donc essentiel d'examiner les traces de la charge de travail lorsque l'on effectue des tâches avec des NAND gérées, telles que le stockage e-MMC ou UFS.

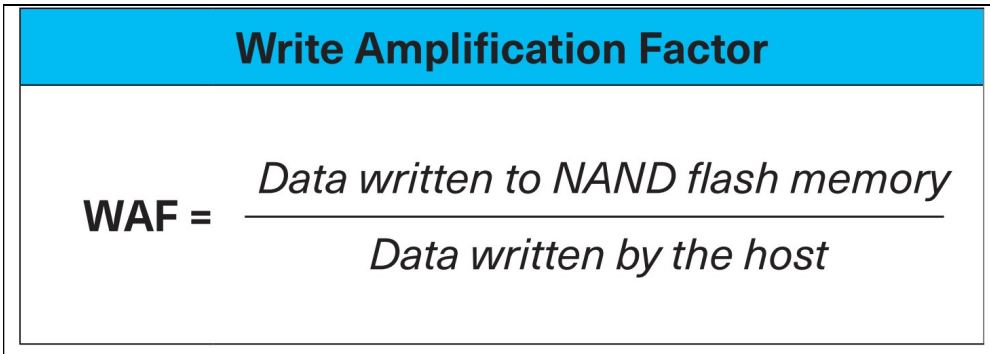

Figure 3 : Le WAF est défini comme la différence entre les données écrites dans la mémoire flash par le processeur hôte et le nombre d'écritures de cellules dans la mémoire NAND par le contrôleur de la mémoire flash.

Meilleures pratiques en matière de traitement des données avec la mémoire flash pour automobile
Les contrôleurs de mémoire flash cherchant à optimiser l'utilisation de la mémoire en réorganisant l'espace inutilisé, il est préférable d'éviter d'écrire de petits blocs de données. Il faudrait plutôt essayer de recueillir suffisamment de données pour remplir une page entière avant de la valider dans le stockage flash. Les opérations d'écriture du contrôleur de mémoire flash sont ainsi plus efficaces et le dispositif subit moins d'usure. Les applications d'enregistrement de données sont particulièrement exposées à ce problème. Par exemple, si des données ne remplissent pas une page, il est judicieux de les mettre en mémoire tampon jusqu'à ce qu'un bloc entier soit rempli (figure 4). Les dispositifs NAND gérés, comme l'UFS automobile THGAFBT2T83BABI de 512 Go de KIOXIA, offrent une fonction de cache d'écriture activable dans de tels scénarios.

Operation	Area
Read	Page
Programe (Write)	Page
Erase	Block

Figure 4 : Lors du traitement de petites quantités de données, comme la journalisation des diagnostics, il peut être judicieux de n'écrire que les données pouvant remplir une page ou un bloc entier de mémoire flash.

Enfin, le stockage géré offre des informations sur l'état de votre mémoire flash NAND. Il s'agit notamment de données sur l'usure et la durée de vie. L'éventail des données de diagnostic sur l'e-MMC est limité et ne devrait pas s'améliorer. Cependant, JEDEC répond aux demandes d'amélioration de l'étendue des données de diagnostic pour le stockage UFS, ce qui contribue à son essor en tant qu'option NAND gérée privilégiée. Les deux types de stockage offrent également la possibilité d'actualiser les données stockées au besoin. Les blocs considérés comme « à risque » de perte de données sont évalués, puis déplacés vers un nouvel emplacement moins usé.

L'UFS est également de plus en plus populaire pour les applications automobiles en raison du débit supérieur. Par rapport à l'e-MMC, les systèmes basés sur l'UFS démarrent environ 2,5 % plus vite et 10 fois plus vite que ceux basés sur QSPI NOR (figure 5). Les solutions de stockage UFS de KIOXIA offrent un diagnostic avancé, surveillent des aspects tels que les cycles W/E et la température de fonctionnement, et avertissent le processeur hôte afin qu'il prenne les mesures appropriées. Les systèmes peuvent ainsi conserver les données pendant des dizaines d'années.

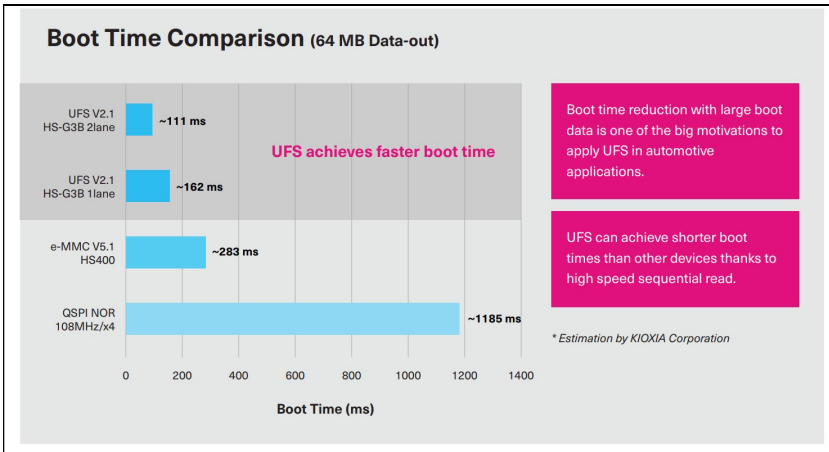

Figure 5 : Une autre raison du passage à l'UFS dans l'automobile est l'amélioration du temps de démarrage par rapport à l'e-MMC et au QSPI NOR.

La mémoire flash pour automobile est vraiment différente

Bien que le contenu des fiches techniques des mémoires flash destinées au grand public et à l'automobile semble similaire, les produits présentent des différences physiques et de processus. Le stockage géré, tel que l'UFS, offre également une collection croissante de données de diagnostics et de fonctions qui peuvent être utilisées pour prolonger la durée de vie de l'application. De plus, il offre un démarrage nettement plus rapide que celui des alternatives e-MMC et QSPI NOR. Les équipes de développement sont également protégées tout au long de la durée de vie de leurs applications grâce à un processus de lancement de produit amélioré, au PPAP, à la gestion de la chaîne d'approvisionnement ainsi qu'à l'avis préalable de l'EOL, à l'analyse approfondie des défauts en cas de défaillance d'une pièce et à la traçabilité des pièces.

https://europe.kioxia.com/fr