

Vous avez dit ASIC ? – Pourquoi le monde s’intéresse à nouveau aux ASIC

Stephan Ahles, Socionext Europe GmbH

Les ASIC – circuits intégrés propres à une application – sont apparus dans les années 1980, avec la baisse des coûts de la technologie de circuit intégré, et l’émergence de nouvelles méthodes de conception et de nouveaux outils logiciels puissants, permettant à un grand nombre de sociétés de fabriquer leurs propres puces. Auparavant, la conception de semi-conducteurs était exclusivement réservée à plusieurs fabricants de semi-conducteurs très spécialisés, qui avaient les moyens de mettre en place la production de semi-conducteurs et possédaient l’expertise technique nécessaire dans la technologie, la production et la conception de circuits intégrés.

Au cours des années suivantes, l’industrie des semi-conducteurs s’est rapidement développée. Par exemple, le lancement de langages de description du matériel et de la synthèse logique a permis de mettre en œuvre les circuits complexes aujourd’hui standards composés de plusieurs millions de portes logiques sur un ASIC. L’émergence des fonderies de semi-conducteurs, c’est-à-dire des sociétés spécialisées dans la production de semi-conducteurs, a modifié l’industrie des semi-conducteurs et des ASIC à long terme. Il est devenu possible de proposer des circuits intégrés et des ASIC sans production interne (onéreuse) de semi-conducteurs.

Les CMOS (semi-conducteurs à l’oxyde de métal complémentaire), qui étaient la technologie dominante en matière de semi-conducteurs depuis des dizaines d’années, ont fait l’objet d’une miniaturisation continue pendant cette période, ce qui a accru la densité d’intégration. Au milieu des années 1980, les technologies de CMOS ont permis de mettre en œuvre des structures minimales¹ de 1 um sur un circuit intégré. À la fin des années 1990, l’industrie avait déjà atteint 180 nm. Aujourd’hui (en 2019), les technologies de CMOS dernier cri offrent des structures minimales de 7 nm.

Toutefois, certains signes indiquent un ralentissement de la miniaturisation. Les dimensions minimales des transistors actuels dans la plage nanométrique à un chiffre montrent que le processus de production simple et planaire du CMOS ne fonctionne plus à tous les niveaux. En outre, les transistors sont devenus si petits que des effets physiques tels que l’effet de canal prédominant et affectent la performance des transistors.

Les fabricants de semi-conducteurs compensent cela avec de nouveaux modes de production innovants ainsi que des innovations technologiques. Par exemple, à partir de 16 nm, tous les procédés CMOS traditionnels fonctionnent avec des transistors FinFET, ce qui réduit l’effet de canal court dans le CMOS. À partir de 7 nm, une lumière ultraviolette (EUV) à très courte longueur d’onde est également utilisée avec une longueur d’onde de 13,5 nm pour exposer les masques dans la production de semi-conducteurs. Ce processus est extrêmement complexe étant donné que les masques doivent être complètement exposés sous vide.

Compte tenu de ce développement, mais aussi d’autres facteurs tels que les efforts accrus consacrés à la vérification des circuits intégrés et au développement de logiciel, les coûts de la technologie de pointe respective en matière de semi-conducteurs n’ont cessé d’augmenter ces dernières années. Cette tendance devrait continuer dans les années à venir.

¹ Dans le cas du procédé CMOS, cela correspond généralement à la longueur minimale possible du canal de transistor NMOS, soit la distance entre la source et le drain du transistor NMOS

Les clients ASIC ont également commencé à ressentir l'impact de ces coûts accrus en matière de développement. En réalité, le développement d'ASIC pour la technologie de semi-conducteurs de pointe est uniquement justifié d'un point de vue économique si l'on prévoit des volumes importants d'unités. Bien entendu, cela signifie également qu'un ASIC produit avec la technologie de semi-conducteurs de pointe peut être utilisé par un nombre beaucoup moins important de clients qu'auparavant avec les technologies antérieures. Dans ces circonstances susmentionnées, l'industrie des ASIC a connu de nombreux changements ces dix dernières années. Le nombre de fournisseurs d'ASIC a baissé et, pendant un certain temps, il semblait que les ASIC continueraient à intéresser seulement une minorité d'utilisateurs. Toutefois, ce développement semble s'inverser, et cela pour plusieurs raisons importantes. À l'heure actuelle, de nombreuses applications évoluent dans une direction les prédestinant aux ASIC, car elles sont si innovantes et leurs exigences sont si spécifiques qu'il n'existe aucun produit standard adapté disponible sur le marché.

Le marché de l'automobile va devenir l'un des marchés d'expansion des ASIC les plus importants au cours des années à venir. La quantité de composants électriques installés dans les voitures devrait considérablement augmenter à l'avenir, et cela pour différentes raisons.

La demande de voitures sans conducteur, ou au moins de systèmes avancés automatisés d'assistance au conducteur (ADAS), génère des développements rapides dans le domaine des capteurs (radar, lidar, capteurs optiques) et de l'intelligence artificielle, par exemple pour la reconnaissance automatique des images.

En outre, les acheteurs de voitures s'attendent aujourd'hui à avoir différents équipements de communication, d'information et de divertissement dans leur voiture. Cela inclut la connectivité avec les smartphones, l'affichage à bord et les données environnementales ainsi que le divertissement à bord.

La demande de communication sans fil dans les voitures, entre différents usagers de la route et entre les véhicules et la route (appelée communication « car-to-car » et « car-to-X »), augmentera au cours des années à venir.



Applications ASIC, par exemple, dans les domaines de l'automobile

Dans l'ensemble, ces applications feront du marché de l'automobile l'un des principaux moteurs de la technologie ASIC dans les années à venir.

L'intelligence artificielle (IA) conquiert actuellement d'autres domaines de la technologie – et pas seulement le secteur automobile. Aujourd'hui, les systèmes évolutifs autonomes sont utilisés dans différents produits, tels que les assistants numériques pour la maison, les smartphones et les aspirateurs robots.

L'intelligence artificielle devrait également jouer un rôle encore plus important dans le traitement automatisé des données vidéo en temps réel, par exemple dans le domaine de la surveillance de la sécurité. En général, ces systèmes n'offrent qu'une alimentation limitée (alimentation par Ethernet) et ne doivent pas trop chauffer étant encapsulés dans un boîtier. Par conséquent, l'efficacité (c'est-à-dire la puissance de traitement par mW) joue un rôle important dans ce cas – ce qui permet aux ASIC de prendre le dessus.

Il y a plusieurs années, le marché appelé Internet des objets (IoT) a été identifié comme moteur de la croissance. Les attentes initiales concernant ce segment du marché ont peut-être été quelque peu exagérées. Toutefois, aujourd'hui, il existe une nette tendance consistant à mettre à niveau un nombre croissant d'appareils à l'aide de systèmes électroniques intelligents et à les connecter dans des réseaux utilisant une technologie avec ou sans fil. Dans ce cas, la faible puissance est une question particulièrement importante. Grâce à l'intégration d'un composant RF et numérique sur un ASIC, il est maintenant possible de mettre en œuvre l'IoT de façon très efficace.

Concernant l'automatisation de la production, une révolution (plus ou moins) tranquille a eu lieu ces dernières années. Appelé Industrie 4.0, ce développement s'appuie sur la numérisation de la production. Ce domaine est varié et offre une large gamme d'applications ASIC telles que les systèmes de commande PLC, les codeurs et les servocommandes pour l'industrie de contrôle des moteurs ainsi que les interfaces homme-machine (IHM).



Applications ASIC, par exemple, dans les domaines de l'automatisation industrielle

En plus de ces nouveaux marchés, la technologie des ASIC est également stimulée par le grand choix de procédés semi-conducteurs actuellement disponibles. Il n'est pas logique, et pas toujours nécessaire, de sélectionner la technologie de pointe pour tous les produits. Au lieu de cela, il est important d'adapter le processus à l'application.

Si un client veut un ASIC strictement numérique avec plusieurs millions de portes logiques et des interfaces rapides telles que DDR5, un ASIC de 7 nm sera certainement un bon choix. Toutefois, concernant les applications mentionnées, les autres moteurs technologiques sont souvent plus

importants. Si un client souhaite utiliser une mémoire flash sur l'ASIC, par exemple, il est généralement logique de choisir des technologies « plus anciennes » jusqu'à environ 40 nm, étant donné que la mémoire flash est actuellement uniquement disponible pour celles-ci.

En outre, l'intégration du composant numérique, du composant analogique et du composant RF est de plus en plus importante. Cela a également une influence majeure sur la technologie choisie. Aujourd'hui, toutes les grandes fonderies proposent des extensions RF et à signal mixte pour leurs procédés CMOS, permettant ainsi de mettre en œuvre des structures spéciales de semi-conducteurs et des composants passifs pour les applications RF et analogiques. Les circuits RF et analogiques ne bénéficient pas forcément des géométries de transistors minimales. Par conséquent, on choisit généralement des nœuds de procédé CMOS plus importants de 180 nm à 40 nm pour ce genre d'applications.

En outre, il n'est pas nécessaire aujourd'hui de développer intégralement un ASIC. Le marché des blocs IP est désormais très étendu. Un utilisateur d'ASIC peut acheter plusieurs fonctionnalités standards (par ex. des ADC, des interfaces mémoire DDR, une interface USB et des cœurs ARM) en tant que propriété intellectuelle (PI) puis cibler exclusivement le développement de sa propre « logique d'utilisation ». En fin de compte, l'utilisation de l'IP permet de gagner du temps et de l'argent en matière de développement et réduit le risque de conception.

De manière générale, les ASIC présentent toujours un avantage pour les applications requérant une haute densité d'intégration. La plus large gamme de fonctions (numériques, analogiques, RF) peut être mise en œuvre sur un seul ASIC. Cela peut contribuer à réduire le nombre de composants d'un produit. En outre, à titre d'exemple, les ASIC ont toujours des coûts unitaires inférieurs à ceux des composants logiques programmables (FPGA). L'utilisateur paye cela sous la forme d'efforts et de coûts plus importants en matière de développement. Par conséquent, le développement d'un ASIC est judicieux pour des volumes plus importants, lorsque les économies de prix unitaire compensent les coûts de développement initial.

Toutefois, certains clients choisissent les ASIC pour des raisons totalement différentes. Une fonctionnalité propre à l'utilisateur peut être mise en œuvre dans un ASIC. Il peut s'agir de fonctions non disponibles sous une certaine forme sur le marché ou améliorant les arguments de vente uniques d'un produit maison. Par conséquent, un ASIC peut permettre de distinguer clairement un produit des produits concurrents.

L'utilisation d'un ASIC dans leur produit garantit également aux clients, dans une certaine mesure, que leur produit ne sera pas facile à copier. Comme les ASIC sont, par définition, propres à un client, ils sont difficiles à obtenir sur le marché ouvert, ce qui évite les copies potentielles. Il est aussi possible d'utiliser des mesures de protection pour empêcher qu'un ASIC fasse l'objet d'ingénierie inverse, ce qui rend impossible, ou très difficile, la copie de l'ASIC. Étant donné que le piratage de produits augmente depuis des années, il s'agit d'un facteur clé pour certains clients souhaitant développer un ASIC.

Même 40 ans plus tard, les ASIC conservent une position importante sur le marché des semi-conducteurs. L'augmentation des coûts de développement ne signifie pas forcément qu'un ASIC est uniquement destiné aux acteurs majeurs. À l'heure actuelle, différentes technologies de semi-conducteurs sont disponibles et permettent de réaliser des conceptions abordables. En outre, ces dernières années, de nouveaux marchés destinés à l'utilisation de composants d'ASIC sont apparus.

Socionext est impliquée depuis le début du développement des ASIC dans les années 1980 (exerçant alors sous le nom de Fujitsu Semiconductor). Nous participons à tous les développements susmentionnés dans le domaine des ASIC. Aujourd'hui, nous n'avons plus d'usine et nous sommes l'un des principaux

fournisseurs d'ASIC à travers le monde. Les ASIC sont et demeurent un pilier de Socionext, et nous n'avons pas cessé d'améliorer le marché avec nos innovations. Par exemple, dans le cadre d'un développement d'ASIC, les ADC et DAC à haute vitesse sont disponibles avec un taux d'échantillonnage maximal de 120 Gbps.

www.eu.socionext.com

www.socionext.com