Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 72 (1981)

Heft: 7

Artikel: Circuits intégrés CMOS en technique semi-custom

Autor: Hammer, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905092

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Circuits intégrés CMOS en technique semi-custom

Par W. Hammer

621.3.049.77;

La réalisation d'un circuit intégré nécessite un temps de développement relativement long. Le procédé de fabrication est complexe et ne se justifie que pour de très grandes quantités de circuits. Avec la technique semi-custom, seul le masque de métallisation est réalisé sur la base du cahier des charges. Les transistors préalablement diffusés en grandes quantités sont prêts à être interconnectés à l'aide de ce masque. Les délais sont de ce fait courts et les prix avantageux. Ce procédé simple se justifie même pour de petites quantités.

Die Herstellung einer integrierten Schaltung benötigt eine relativ lange Entwicklungszeit. Der Fabrikationsprozess ist komplex und rechtfertigt sich nur für sehr grosse Stückzahlen. In der semi-custom Technik wird dagegen nur die Metallisierungsmaske aufgrund des Pflichtenheftes hergestellt. Die vorher in grosser Zahl diffundierten Transistoren werden mittels dieser Maske verbunden. Entsprechend sind die Fristen kurz und die Preise günstig. Diese Technik ist schon für kleine Stückzahlen vorteilhaft.

1. Introduction

Coût réduit, délai court, petites quantités, tels sont les avantages principaux des circuits intégrés semi-custom. L'article qui suit veut montrer, en quoi réside ce concept, et comment ces avantages sont atteints. Auparavant, une petite incursion dans le domaine du «full-custom» permettra de mieux comprendre l'idée qui est à la base de cette nouvelle technique.

2. Limitations commerciales du full-custom

Pour réaliser un circuit intégré CMOS full-custom, un développement d'une durée de plusieurs mois est nécessaire. Lorsque le schéma définitif est obtenu, quelques mois supplémentaires permettent d'obtenir le dessin topologique du circuit intégré (layout), un mois encore et les sept masques nécessaires à la fabrication sont prêts, et un dernier mois permet d'obtenir les premiers échantillons de circuits ... qui ne fonctionnent pas!

Une correction du layout, la réalisation d'un nouveau jeu de masques, et un nouveau tour d'intégration sont nécessaires pour supprimer l'erreur ou les erreurs avec lesquelles il faut compter dans un processus d'une telle complexité. Un délai de plus d'une année s'écoule donc depuis le début du projet jusqu'à l'obtention des premiers circuits.

Les fabricants de circuits intégrés acceptent volontiers de mettre à disposition une année de leur potentiel de développement. Ils y mettent toutefois une condition: les séries qui en découlent doivent dépasser 100000 circuits par an. Cette façon de procéder conduit à des coûts de développement élevés qui se justifient cependant pour de très grandes séries.

En résumé, le circuit intégré full-custom couvre donc un champ d'application très limité: celui des grandes séries.

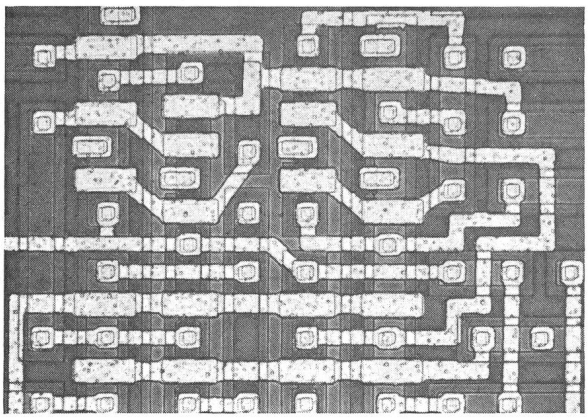

Fig. 1 Circuits semi-custom: éléments standardisés interconnectés par la métallisation

3. Le circuit intégré semi-custom

Le circuit intégré semi-custom peut avantageusement être traduit en français par «circuit à la carte», parce que c'est dans cette analogie culinaire que réside le secret qui permet d'arriver aux avantages mentionnés:

Le cuisinier d'un restaurant prépare à l'avance différents plats, et lorsque le client arrive avec sa commande spécifique, il ne lui reste plus qu'à choisir parmi ses préparations. Il peut les arranger selon les désirs du client pour que celui-ci soit vite et bien servi, et ceci à des prix raisonnables.

Dans le cas du circuit intégré, le fabricant de circuits «à la carte» prépare en grandes quantités des plaquettes de silicium contenant des éléments standardisés, tels que transistors, portes logiques, flip-flops, transistors de puissance, etc. Lorsque le client se présente avec un cahier des charges précis, il ne reste plus au fabricant qu'à développer un masque d'interconnexions afin de pouvoir réaliser le circuit désiré (fig. 1).

Cette façon de procéder permet d'obtenir un *délai de développement court* puisqu'un seul masque doit être étudié. Le temps nécessaire à la fabrication est également diminué en proportion et les risques d'erreurs sont réduits. De plus, ce procédé est rentable déjà à partir de *petites quantités*. En effet, les plaquettes contenant les éléments standardisés sont préparées en grand nombre afin d'obtenir des coûts avantageux. Elles sont ensuite stockées et attendent les commandes de différents clients. Il est possible de les terminer une à une à l'aide du masque d'interconnexions, sans qu'une répercussion trop néfaste se fasse sentir sur les prix.

Enfin, et c'est souvent l'argument déterminant, cette manière de faire conduit à des *coûts de développement réduits*. Ainsi, le risque financier est faible, l'amortissement est rapide, et la répercussion sur le prix effectif du circuit est supportable, même pour de petites quantités.

4. Possibilités techniques du semi-custom

Il existe à la base deux sortes de circuits intégrés semi-custom: les circuits à vocation analogique qui sont généralement réalisés en technologie bipolaire, et les circuits à vocation digitale qui utilisent la technologie CMOS. Le présent article est limité aux circuits CMOS, à vocation digitale.

Les circuits «à la carte» ont une complexité qui peut varier entre quelques centaines et quelques milliers de transistors (fig. 2). Traduite en éléments logiques, cette complexité correspond à un nombre de flip-flops compris entre 10 et 100, ou à un nombre de portes 4 fois plus élevé. Ces transistors permettent également de réaliser quelques fonctions analogiques, tels que oscillateurs, amplificateurs, filtres, sources de courant, etc. Des réserves doivent toutefois être faites quant aux per-

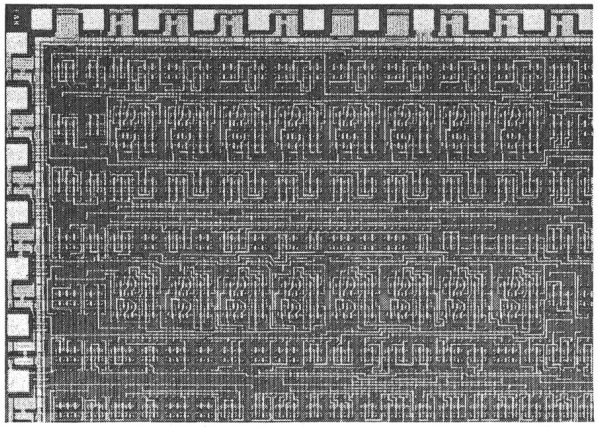

Fig. 2 Circuit «à la carte» de grande complexité

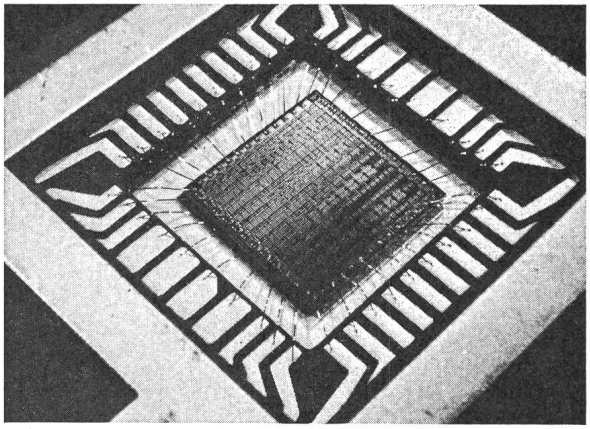

Fig. 3 Eurochip terminé, testé et mis dans son boîtier

formances de ces fonctions linéaires. En effet, leur optimisation est limitée par le fait que seuls des éléments standardisés sont à disposition. Il n'y a par contre aucune limitation au sujet des éléments logiques. Ils peuvent tous être réalisés, de l'inverseur le plus simple à l'opérateur arithmétique le plus complexe.

Les performances électriques des circuits CMOS «à la carte» peuvent se résumer de la façon suivante:

Tension d'alimentation	3 à 15 V
Tensions de seuil des MOS	1 V
Fréquence de travail maximum	10 MHz à 15 V
	3 MHz à 3 V
Temps de propagation typique	10 ns à 5 V
Courant maximum au repos	1 μA
Courants de sortie jusqu'à	50 mA

Entrées protégées contre les charges statiques

5. Développement et fabrication en Suisse

En Suisse, la société Heuer Micro-Technic SA s'est spécialisée dès 1977 dans le développement et la fabrication d'Eurochips, des circuits CMOS «à la carte» européens. Elle dispose d'un stock de 4 types de circuits de base dont la complexité s'échelonne de 300 à 2000 transistors (50 à 350 portes logiques).

Le coût du développement d'un Eurochip se situe aux alentours de Fr. 20000.–, et le prix des circuits de série varie entre Fr. 5.– et Fr. 30.– par pièce. Un délai de 2 mois entre la commande et la livraison des premiers prototypes est rendu possible grâce à un équipement moderne de conception assistée par ordinateur (CAO). La fabrication d'un Eurochip est concevable même pour quelques prototypes seulement. Cependant une quantité minimale de 1000 pièces est conseillée pour amortir le coût du développement.

Le développement du circuit intégré est basé sur le schéma du client qui bénéficie de l'assistance du fabricant pour sa mise au point.

Une importance primordiale est attachée aux problèmes de test. C'est en effet grâce aux tests que la qualité des circuits peut être garantie. Les spécifications sont intégralement contrôlées pour chaque circuit, après un vieillissement préalable qui élimine les défauts de jeunesse (fig. 3).

6. Conclusion

Les années 70 ont vu l'avènement du circuit intégré sous une forme standardisée (circuits du commerce); les années 80 verront peut-être l'avènement du circuit intégré «à la carte».

Cette hypothèse, émise par quelques spécialistes américains, est certainement trop optimiste. Ce qui est certain, c'est que les circuits semi-custom ont un avenir prometteur parce qu'ils répondent à des besoins réels: basse consommation, faible encombrement, réduction des coûts de montage, fiabilité accrue, protection contre les copies. Mais avant tout, les trois avantages principaux des circuits fabriqués «à la carte» sont le coût réduit, le délai court et les petites quantités possibles.

Enfin, et c'est un avantage à ne pas négliger, ces circuits peuvent dès maintenant être développés et fabriqués en Suisse avec le soin et la proverbiale qualité qui ont fait le renom de notre pays.

Adresse de l'auteur

W. Hammer, Directeur technique, Heuer Micro-Technic SA, Rue de l'Industrie 20, 2555 Brügg/Bienne.