

ASML INAUGURE UNE SALLE BLANCHE ULTRA SOPHISTIQUEE

Constructeur de machines de production de puces engrange des succès

Par ing. Koen Vandepopuliere M. Sc., Control & Automation Magazine

ASML, un fabricant d'appareils réalisant des circuits intégrés, est le premier à développer une installation EUV capable de produire des exemplaires présentant une finesse de gravure de 22 nanomètres. Une véritable prouesse ! La nouvelle technologie réclamait la construction d'une salle blanche ultra performante. Un véritable challenge car cette construction devait être réalisée dans un délai très court. La salle blanche devait en outre rencontrer des caractéristiques très spécifiques telles que construction élevée, protection incendie extrême, circulation d'air par les parois...



La construction de la dernière salle blanche d'ASML ne pouvait pas durer plus de 13 mois. Un délai excessivement court...

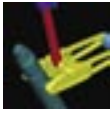
Les puces électroniques n'existent pas depuis bien longtemps. Il y a quelques décennies, on utilisait surtout des circuits imprimés, greffés de nombreux commutateurs et autres composants montés séparément sur un support synthétique ou céramique. Progressivement, l'on s'est rendu compte qu'il valait mieux utiliser une galette de silicium (Si) intégrant tous les composants. Une telle galette de Si ("wafer") est noyée dans un boîtier doté de pattes métalliques. Le circuit intégré (puce électronique) est ainsi né... Depuis, les composants sont de plus en plus souvent appliqués sur le silicium à l'aide de machines de photolithographie, qui permettent la réalisation de détails très fins. Une source lumineuse (par exemple un laser) projette sur la galette une image du modèle souhaité via une optique rétrécissante. Celle-ci est recouverte d'une couche de matière sensible à la lumière UV. La galette est ensuite développée (un peu comme le développement d'une photo) et traitée pour faire apparaître la première couche du modèle de transistor. Cette procédure est répétée 30 à 40 fois. Couche par couche, on construit ainsi une galette remplie de circuits intégrés. Le fabricant de puces néerlandais ASML maîtrise très bien cette technique. ASML est un des principaux fournisseurs au monde de machines de fabrication de puces. Elle a réussi à développer des machines qui produisent des puces présentant une finesse de gravure de 38 nanomètres.



Eric Stuiiver, Conseiller stratégique chez 'Deerns raadgevende ingenieurs': "Les salles blanches d'ASML ne convenaient plus à la construction des nouvelles installations EUV. Elles n'étaient plus en mesure de garantir la propreté requise."

Les machines de production de puces sont de plus en plus performantes. Il existe ainsi différents types de lumière UV, chacune affichant sa propre longueur d'onde. Plus celle-ci est courte, plus les détails sont fins, chose fortement appréciée par les clients d'ASML, les fabricants de puces électroniques! Cela permet d'accroître sans cesse la capacité d'une puce tout en réduisant sa consommation d'énergie. La réduction de la distance entre les composants engendre aussi un accroissement de la vitesse. Une toute nouvelle génération de machines de lithographie utilise une lumière extrême ultraviolette (EUV): une lumière affichant une longueur d'onde très courte. ASML a permis, grâce à ces machines, d'apporter des détails encore plus petits. Imec (Louvain) a été une des premières institutions au monde à produire, avec un des prototypes EUV d'ASML, un circuit présentant une finesse de gravure de 22 nanomètres. La lumière utilisée est toutefois fortement absorbée par l'air et les matériaux dans lesquels sont fabriquées les optiques. Cela veut dire, pour la nouvelle génération de machines de lithographie, que les machines doivent travailler sous vide et qu'elles disposent de miroirs plutôt que d'optiques.

L'espace de fabrication de ces machines de photolithographie (ainsi que celui dans lequel elles travailleront chez le fabricant de puces) doit être très propre. Aucune particule étrangère ne peut aboutir dans l'appareil, au risque de perturber l'image et de produire des

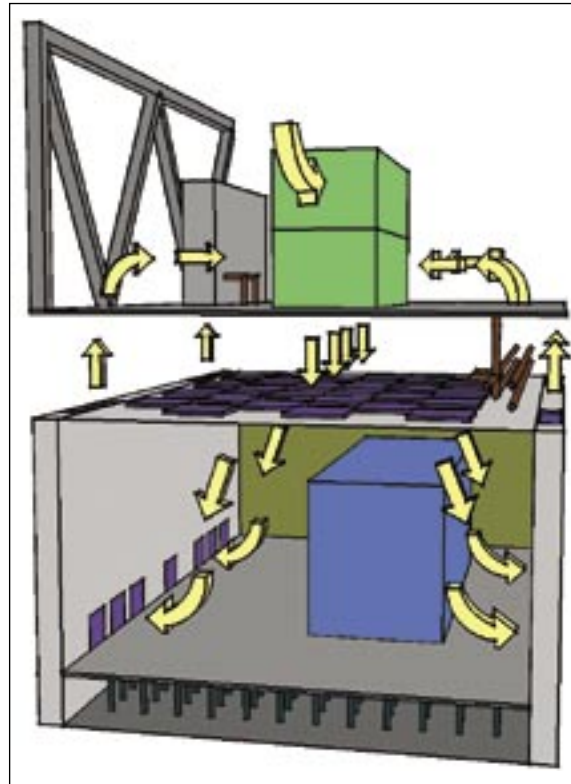


puces électroniques déficientes. Le degré de propreté nécessaire n'est obtenu que dans des salles blanches : des environnements contenant un minimum de (fine) poussière, de micro-organismes (présents dans l'air) ou de vapeurs chimiques.

Un espace propre doté de nouvelles parois

Les salles blanches d'ASML ne convenaient plus à la construction des nouvelles installations EUV. Elles n'étaient en effet pas à même d'assurer la propreté requise. ASML décida de demander conseil à Eric Stuijver, Conseiller stratégique chez 'Deerns raadgevende ingenieurs' et à Rik van der Velden, Senior Architect chez Van Aken Architecten. Avec leurs équipes, ceux-ci ont fortement contribué à la bonne réalisation de cette tâche délicate.

"L'air insufflé dans la salle blanche est filtré et ne contient donc pas de poussières" expliquent-ils. ASML utilise des filtres 'Ultra Low Penetration Air' qui assurent une très grande efficacité. Nous utilisons aussi des exemplaires qui retiennent des substances chimiques comme les vapeurs organiques. La pression d'air dans la zone est par ailleurs supérieure à celle à l'extérieur de la salle blanche. Ainsi, en cas d'éventuelles fuites par le sol, les murs, le plafond... l'air ne peut que sortir et aucun air vicié ne peut entrer. Il est également important que le courant d'air provenant du plafond soit soufflé verticalement vers le bas. De ce fait, les éventuelles particules indésirables descendent et disparaissent dans des ouvertures inférieures. Dans la majorité des salles blanches utilisées dans l'industrie des puces, cet air circule via des ouvertures prévues dans le sol. Nous avons procédé différemment. L'air du plafond est évacué à travers un système d'entonnoir dans les - doubles - parois murales. Les chevrons abritent des installations qui évacuent les pollutions de l'air. L'air retourne alors au plafond d'où il est à nouveau partiellement propulsé dans la salle blanche afin d'assurer une circulation. L'évacuation par les côtés latéraux raccourcit le parcours de l'air, ce qui réduit les chances de le polluer en chemin. Nous avons aussi réalisé une séparation, dans la salle blanche, entre les cabines de machines d'une part et l'équipement périphérique d'autre part. Ceux-ci requièrent en effet des conditions légèrement différentes. Grâce à cette séparation, nous pouvons prévoir une propreté, une température et un degré d'humidité adéquats. Un projet de salle blanche comprend en effet nettement plus que la salle en soi. Pour permettre la production dans un tel environnement, il faut des générateurs de vapeur, des installations de régulation de la température et de l'humidité de l'air, des générateurs de secours, de l'eau déminéralisée... Malheureusement, ceux-ci provoquent des vibrations, ce qui est inadmissible dans les salles blanches, car les vibrations peuvent perturber l'image des structures des semi-conducteurs sur les galettes de silicium. Nous avons dès lors



L'air du plafond est évacué à travers un système d'entonnoir dans les - doubles - parois murales.

placé ces installations supplémentaires dans un autre bâtiment, le CUB ou 'Central Utility Building'. D'une hauteur de 27 mètres, celui-ci compte cinq étages! Les fondations du CUB sont distinctes de celles du bâtiment qui héberge la salle blanche, ce qui minimise le risque de transfert de vibrations. Les appareils qui ne provoquent aucune vibration ont en revanche été montés dans le bâtiment dans lequel sont assemblées les machines EUV. Au premier étage se trouvent 25 armoires de traitement d'air. Un vaste réseau assure l'alimentation en électricité - surtout pour la production de lumière dans les machines ASML -, en eau et en gaz de la salle blanche est prévu dans un espace intermédiaire." Le bâtiment contenant la salle blanche affiche une hauteur de 14 mètres. Pour assurer la stabilité du sol, 3.500 m² de béton ont été nécessaires. La capacité totale de l'espace d'assemblage EUV est de 5.000 m². ASML dispose dès lors, au total, de 34.500 m² de salles blanches.

Un problème urgent

Une machine de photolithographie classique coûte quelques dizaines de millions d'euros et le prix du nouveau modèle EUV est encore plus élevé... En d'autres termes: ASML opère dans un monde où circule beaucoup d'argent. Si la salle blanche venait à brûler, ce serait un coup dur pour la compagnie d'assurances. Celle-ci n'a dès lors accepté de conclure une police qu'à condition de réduire au maximum le risque d'arrêt de production. Eric Stuijver et Rik van der

Velden: "Nous avons notamment trouvé une solution dans le compartimentage. Celui-ci augmente le temps de passage de l'incendie d'un compartiment à l'autre. Nous avons veillé à ce que cela dure au moins de 3 à 4 heures, même dans le pire des cas, c'est-à-dire en cas de 'Maximum Foreseeable Loss': le sprinkler qui ne fonctionne plus, le système d'avertissement non plus, le service d'incendie qui n'arrive pas... Nous avons utilisé à cet effet des matériaux résistant au feu. Même le plafond n'est plus inflammable, ce qui est assez unique. Seule la colle entre les parois peut encore brûler! Nous avons mis en place un système d'avertissement précoce, d'excellentes possibilités d'évacuation pour le personnel, une solution d'aspiration... ASML a même investi plus que nécessaire dans ces mesures afin de négocier une baisse de la prime d'assurance."

En résumé

De surcroît, la salle blanche à construire était dédiée à une machine qui n'existait pas encore! Des prototypes étaient disponibles mais ils devaient encore être adaptés afin d'aboutir au concept définitif. Par conséquent, 'Deerns raadgevende ingenieurs' et 'Van Aken Architecten' devaient adapter leurs plans au fur et à mesure qu'ils recevaient de nouvelles informations sur la machine EUV... Tout cela alors que la construction ne pouvait pas durer plus de 13 mois! "Ce délai est très court pour une salle blanche. Il est clair que cette mission a réclamé l'impossible de nos collaborateurs! Nous avons bien évidemment pris certaines mesures pour pouvoir mener à bon terme le projet. Nous avons ainsi désigné une seule équipe de construction dont tous les membres collaboraient dans un bâtiment implanté dans les environs. Nous leur avons dédié un seul serveur. Les fichiers qui s'y trouvaient étaient soigneusement répertoriés. Chacun y plaçait ses informations et pouvait y trouver tout ce qu'il lui fallait. Les simulations informatiques à l'aide du programme CFD (Computational Fluid Dynamics) ont également été très précieuses. A chaque fois que nous recevions de nouvelles informations sur la machine EUV, nous effectuons de nouvelles simulations."

A l'abri

Les autorités néerlandaises exercent une plus grande pression encore que la Belgique pour exploiter la superficie de manière plus économe. Cela a incité l'équipe de construction à ériger jusqu'à 30 m de haut une construction qui ce serait auparavant limitée à 20. Des bureaux pouvant héberger trois cents collaborateurs ont été placés au-dessus du bâtiment de la salle blanche. Ces bureaux donnent sur un toit végétal afin que les collaborateurs puissent de temps en temps jeter un coup d'œil sur un environnement naturel. <<