

#32014
INFOCUS:



Des PCB de haute technologie

– Faites le bon choix de la conception à la production de masse



Une chaîne de métallisation horizontale utilisée pour le remplissage de cuivre de microvias sur un produit HDI

On attend des produits électroniques modernes qu'ils offrent de plus en plus de fonctions avancées, tout en étant de moins en moins encombrants. Cela accroît les exigences sur la conception des PCB, ainsi que sur les aspects relatifs à leur processus de fabrication. Une production réussie de PCB techniques de haute qualité dépend de deux facteurs. Il s'agit tout d'abord de faire les bons choix au stade de la conception, puis de sélectionner judicieusement l'usine capable de respecter les exigences techniques spécifiques du projet en question.

Nous assistons actuellement à l'introduction d'un nombre croissant de fonctionnalités électroniques dans des produits de plus en plus petits. Qu'il s'agisse de biens électroniques grand public, d'ordinateurs, de technologie automobile ou médicale, la réduction de la taille est une tendance générale. Et il ne s'agit pas d'une simple réduction du produit réel ou fini, mais également d'une diminution de la taille des composants, de sorte que les assemblages doivent être logés dans un espace restreint et utiliser des fonctionnalités plus petites.

Chris Nuttall, Chief Operating Officer chez NCAB Group prend les téléphones portables comme exemple :

« Observons la manière dont ils ont évolué. Un téléphone moderne est bien plus qu'un téléphone. C'est un smartphone, bien plus fin, plus léger et plus petit que les portables que nous possédions il y a 20 ans, mais qui a des années-lumière d'avance en termes de fonctionnalités par rapport à ses prédécesseurs. Les PCB qu'il contient doivent donc intégrer de plus en plus de fonctions, ce qui rend plus complexe la conception, et ce sur des circuits imprimés de plus en plus petits. Prenons l'exemple d'un produit qui intègre des PCB de NCAB, l'appareil photo Hasselblad. Le Hasselblad H1D, qui est à été commercialisé en 2002, faisait des photos dont la résolution pouvait atteindre 22 mégapixels. La résolution des photos obtenues avec le dernier modèle Hasselblad, le H5D, peut atteindre 200 mégapixels.



Chris Nuttall, Chief Operations Officer, NCAB Group.

« Observons la manière dont ils ont évolué. Un téléphone moderne est bien plus qu'un téléphone. C'est un smartphone, bien plus fin, plus léger et plus petit que les portables que nous possédions il y a 20 ans, mais qui a des années-lumière d'avance en termes de fonctionnalités par rapport à ses prédécesseurs. Les PCB qu'il contient doivent donc intégrer de plus en plus de fonctions, ce qui rend plus complexe la conception, et ce sur des circuits imprimés de plus en plus petits. »

CHRIS NUTTALL, NCAB GROUP

Les capteurs, la mémoire et les processeurs au cœur de cette technologie nouvelle et plus évoluée, doivent bien sûr intégrer un PCB beaucoup plus complexe.

L'émergence de produits électroniques de plus en plus élaborés a entraîné la généralisation des PCB plus avancés.

Ici, les spécifications nécessitent des solutions d'interconnexion à haute densité (HDI - High Density Interconnect) avec un nombre supérieur de couches, plus de connexions sur la surface et à l'intérieur du PCB, qui font appel à des conducteurs de largeurs réduites et des espaces plus étroits entre eux, cela afin d'obtenir une conception basée sur des Microvias plus petits gravés au laser (vias borgnes). En effet, l'espace disponible est insuffisant pour des vias d'interconnexion traversants normaux. Les fabricants produisent donc plus de cartes qui intègrent également des vias enterrés. Tout cela augmente le nombre d'interconnexions sur la carte et libère

un espace précieux sur la couche externe pour accueillir plus de composants.

Le nombre accru de couches, conjointement à la technologie microvia, nécessite également l'utilisation de préimprégnés et de Cores plus fins par rapport aux cartes fabriquées de manière conventionnelle, ce qui accroît également les exigences sur les usines. »

PLUS D'OPÉRATIONS DE PRODUCTION

« La généralisation de la miniaturisation augmente fortement les exigences sur l'équipement de production dans les usines de PCB. De nombreuses étapes de la production de circuits HDI sont les mêmes que pour les cartes conventionnelles. Toutefois, la production de circuits HDI exige des équipements considérablement plus complexes, afin d'obtenir les géométries de petite échelle requises. » affirme Kenneth Jonsson, Technical Manager chez NCAB Group en Suède.

« Et l'intégration de plusieurs couches de vias enterrés et/ou de microvias sur les circuits n'entraîne pas seulement un nombre supérieur d'étapes. Celles-ci doivent être répétées plusieurs fois, ce qui augmente le niveau de complexité et les risques d'erreur. » déclare-t-il. « Toutes les géométries sont beaucoup plus petites sur des circuits HDI, ce qui exige un équipement dédié de meilleure qualité, spécifique pour la fabrication de haute technologie. De nombreuses usines possèdent des perceuses laser, mais elles sont malheureusement moins nombreuses à disposer d'équipements de métallisation et d'une expérience process appropriés pour leur permettre de fabriquer des circuits HDI fiables et de bonne qualité. C'est pour cette raison que NCAB consacre beaucoup de temps et d'efforts à sélectionner et à vérifier une usine avant de lui donner notre approbation pour qu'elle fabrique des circuits HDI pour nos clients. »

« Ce qu'il faut d'abord prendre en compte pour la génération de microvias, ce sont les perceuses laser pouvant percer des trous borgnes jusqu'à 50 µm, même si la plupart des microvias possèdent normalement un diamètre d'environ 100 µm. Les machines de ce type de dernière génération peuvent percer jusqu'à 500 trous par seconde. » affirme Kenneth Jonsson.

Ensuite, le transfert de l'image du circuit sur une carte HDI est également une opération critique qui exige la précision la plus élevée, que les techniques traditionnelles basées sur la photographie sont incapables d'atteindre. Les fabricants de cartes HDI utilisent plutôt des machines d'imagerie avec alignement par caméra CCD et éclairage parallèle ou des systèmes d'imagerie directe par laser (LDI - Laser Direct Imaging), qui impriment l'image du PCB directement sur le matériau photosensible. Cela permet d'améliorer la qualité car aucun film photographique n'est utilisé, ce qui permet une précision nettement supérieure du transfert des caractéristiques du circuit, pouvant atteindre 50 µm.

UN ÉQUIPEMENT ADÉQUAT ET DES SALLES BLANCHES SONT DES CONDITIONS NÉCESSAIRES

« Pour obtenir les meilleurs résultats possibles dans le processus de transfert d'image, il est essentiel qu'il soit exécuté dans des salles blanches spéciales avec des niveaux de température et d'humidité étroitement surveillés. » explique Kenneth Jonsson.

Les salles blanches qui ont été utilisées pour ces processus satisfont la classe US FED STD 209E 10 000. Cette classe joue le rôle de standard de l'industrie depuis de nombreuses années maintenant. Elle stipule que la concentration de particules en suspension d'une taille $\geq 0,5 \mu\text{m}$ (un cheveu humain présente une épaisseur moyenne de 20 à 50 µm) ne doit pas dépasser 10 000 particules par pied cube.

« Aujourd'hui, les meilleures usines possèdent des salles blanches qui satisfont les exigences de la classe 1 000. Pour vous donner une autre idée de ce que cela signifie, l'air présent dans notre environnement quotidien normal contient 1 million de particules, de la même



Kenneth Jonsson, Technical Manager, NCAB Group Sweden.

taille, par pied cube. Et les salles blanches de qualité sont chères, à l'achat et à l'entretien. » affirme-t-il.

La production de cartes HDI exige également un type différent de chaîne de traitement de surface. Pour les cartes non HDI, on peut généralement se contenter de chaînes de métallisation ordinaire, avec des panneaux maintenus verticalement qui utilisent un agitateur mécanique ou à air comprimé, ce qui permet d'obtenir des dépôts chimiques afin de faciliter une bonne métallisation sur les surfaces et dans les trous (la partie traversante du trou métallisé exige que la solution s'écoule bien dans les trous, faute de quoi l'épaisseur de la métallisation n'est pas fiable ou uniforme). Toutefois, cette méthode n'est pas vraiment adaptée aux cartes HDI dotées de trous borgnes dont le diamètre ne dépasse pas 100 µm. C'est pour cette raison que la plupart des usines utilisent des chaînes de métallisation horizontales ainsi que des chaînes de métallisation VCP – (Vertical Continuous Plating). Ces méthodes consistent à vaporiser les produits sur les pastilles à haute pression, ce qui permet de s'assurer que les microvias sont correctement métallisés.

« La généralisation de la miniaturisation augmente fortement les exigences sur l'équipement de production dans les usines de PCB et nécessite des équipements considérablement plus complexes, afin d'obtenir les géométries de petites tailles requises. »

KENNETH JONSSON, NCAB GROUP SWEDEN

Le bon positionnement du masque du vernis épargne sur le circuit pose un défi important, car des composants miniatures, par exemple les circuits 01005 et µBGA dotés d'entraxe de trous de 400 µ ou moins, imposent un positionnement avec une précision allant jusqu'à 37 µm, voire 25 µm dans des cas extrêmes. Pour atteindre cet objectif, des unités d'exposition CCD sont nécessaires.

« Les fabricants de PCB peuvent aujourd'hui utiliser des équipements LDI spéciales pour exposer le vernis épargne. Les fabricants ont développé des vernis spéciaux, afin de prendre en charge les conceptions HDI qui exigent moins d'énergie pour se polymériser. » affirme Kenneth.

REGARDER « SOUS LE CAPOT »

Chris Nuttall explique que NCAB Group doit mener un examen approfondi de tous les aspects liés aux processus et à l'équipement de fabrication d'une usine, pour déterminer si elle répond ou non aux exigences de la fabrication haute technologie. Selon sa propre expression, c'est comme regarder sous le capot d'une voiture avant de l'acheter.

« Lorsqu'une usine affirme qu'elle est équipée de perceuses au laser, et qu'elle est donc capable de produire des PCB fiables de

haute technologie, c'est comme si elle disait qu'il suffit de se procurer un marteau et un burin pour devenir le nouveau Michel-Ange. Nous savons que tout ne se résume pas à l'équipement de perçage laser en matière de fabrication de circuits HDI. Il est également essentiel de disposer de l'équipement de métallisation adapté et de la bonne chimie, mais également de savoir comment gérer, contrôler et vérifier tout le processus de métallisation. Nous vérifions également le type de produits chimiques et les méthodes d'utilisation des usines, ainsi que l'équipement et les procédures de transfert. Tout cela en essayant de comprendre les chiffres qui se cachent derrière l'expérience réelle des usines dans ce domaine, et leurs performances qui sont des facteurs cruciaux. » déclare-t-il.

« Nous attendons de nos usines qu'elles se spécialisent dans la fabrication de cartes techniques. Il doit s'agir d'un élément clé de leur cœur de métier. » ajoute Kenneth Jonsson.

Il existe actuellement 11 usines différentes, en Chine et en Europe, qui sont capables de fabriquer des PCB HDI pour les clients de NCAB.

« Nous écoutons nos clients et parlons avec eux. Nous nous efforçons de comprendre leurs conceptions et leurs exigences en détail. Nous trouvons l'usine adaptée à chaque projet, en fonction de sa complexité, des volumes et d'autres exigences spécifiques. Et notre stratégie permettant de nous assurer que nous conservons et



Ligne de desmearing horizontal et chaîne PTH.

développons une base d'usines fiables et stratégiques se poursuit dans ce domaine technologique, puisque nous disposons toujours de plusieurs sources approuvées pouvant soutenir NCAB et nos clients. » poursuit Chris Nuttall.

Cela sonne juste pour l'un des clients de NCAB :

« Il est essentiel pour nous d'obtenir le meilleur en matière de qualité et de capacité de livraison. Et l'ensemble des usines soigneusement sélectionnées par NCAB Group permet de s'assurer que la capacité est toujours suffisante. Les usines sont à même de satisfaire les différents délais de livraison et de fournir tous les types de PCB dont nous avons besoin. Grâce aux mesures de contrôle qualité efficaces mises en place en Chine, les usines de NCAB respectent toujours leurs promesses. NCAB Group est un partenaire flexible et sûr. » affirme Mikael Borg, Purchasing Manager chez Hasselblad.

Kenneth Jonsson souligne à quel point il est important que l'usine non seulement fabrique des PCB techniques, mais également réduise au minimum le nombre d'erreurs de production.

« Prenons l'exemple des cartes HDI. La fabrication de ce type de carte selon la méthode 3-4b-3 consiste à la laminier, puis à la percer

et à la métalliser quatre fois. Si un taux d'échec de 10 % est constaté à chaque série dans l'usine, le nombre de cartes qui devraient être dépasserait les volumes à livrer. Vous devez dans ce cas mettre en doute la qualité des articles qui atteignent le stade de la livraison. » affirme Kenneth Jonsson, ajoutant qu'il y a lieu dans ce cas de se préoccuper : « Si vous considérez que les composants présents sur la carte peuvent coûter plus de 100 fois la carte elle-même, il est vital de pouvoir compter sur des cartes de qualité. Sinon, l'obligation de mettre au rebut le produit à un stade ultérieur peut nettement accroître les coûts. »

BIEN PENSER À LA CONCEPTION DÈS LE DÉBUT

La conception est un autre aspect prioritaire dans le cas de cartes techniques. Les marges sont réduites en ce qui concerne des facteurs tels que les largeurs des conducteurs, les distances d'isolation entre les conducteurs, les spécifications d'impédance, les tailles des trous ainsi que les ratios trou/pastille. Tout cela constitue un défi de taille au stade de l'étude. C'est dès le départ que les règles de conception doivent être réalistes et adaptées à la production de masse. Kenneth Jonsson met en garde sur un certain nombre d'écueils lorsque seules les règles de conception en usine de prototypes sont prises en compte : « La fabrication de couches internes excessivement fines afin de produire un bon couplage capacitif est un exemple possible. Cela peut fonctionner dans une usine de prototypes, où l'on veille scrupuleusement à traiter manuellement les couches internes fines. Toutefois, cela peut entraîner de gros problèmes lorsque le produit est en production de masse, car les capacités peuvent différer, et dans ce cas les couches les plus fines peuvent au cours du processus facilement se bloquer dans les longues chaînes de gravure axées sur les volumes, car elles sont trop légères. Nous conseillons donc d'éviter dans la mesure du possible les couches internes d'une épaisseur inférieure à 75 µm. L'expérience nous prouve que cette 'recommandation de conception' fonctionne bien dans toute notre base d'usines haute technologie. »

« Lorsqu'une usine affirme qu'elle est équipée de perceuses laser, et qu'elle est donc capable de produire des PCB fiables de haute technologie, c'est comme si elle disait qu'il suffit de se procurer un marteau et un burin pour devenir le nouveau Michel-Ange. Il est aussi important de savoir gérer le processus de métallisation que de disposer d'un équipement de métallisation de pointe. »

CHRIS NUTTALL, NCAB GROUP

S'il y a assez d'espace sur la carte et que le composant est disponible dans différentes tailles, Kenneth conseille également de choisir un composant dont l'encombrement est supérieur car cela limite la complexité de la carte et permet de réduire les coûts.

« Les composants plus petits peuvent être moins chers à l'achat ou plus faciles à obtenir, mais cette approche peut rendre la carte inutilement coûteuse par rapport à son application finale. Le choix de composants plus petit augmente généralement la complexité des circuits, ce qui accroît donc également le coût de la carte. »

C'est à ce stade que le client doit travailler avec NCAB pour déterminer si la conception requise pour de tels composants est rentable ; existe-t-il un rapport équilibré entre la réduction de coût lié à l'achat



The laser drill is used in HDI production.

de composants plus accessibles mais plus complexes d'une part et un PCB potentiellement plus cher d'autre part ? Par exemple, le composant doit-il être utilisé dans des téléphones portables destinés au marché grand public, ou dans une production de petit volume ? Nous constatons également que l'industrie fait de plus en plus appel à des composants empilés (circuit sur circuit-PoP). Il faut alors s'assurer que l'usine d'assemblage est familiarisée avec la technologie et avec les coûts supplémentaires qu'elle entraîne. Les petits composants font bien sûr gagner de l'espace, ce qui peut permettre de produire une

carte plus économique, à condition qu'il ne s'agisse pas de la rendre plus complexe, avec plusieurs niveaux de microvias, ou d'ajouter des structures enterrées, etc. Il faut donc systématiquement trouver un équilibre entre encombrement et complexité au stade de la conception. « NCAB tient à participer dès le début afin de pouvoir aider les clients à trouver la bonne solution. Il est indispensable de prendre conscience qu'il existe des différences réelles entre la fabrication de prototypes et la production de masse. » explique Kenneth Jonsson. « Ne pas se focaliser sur ce qui est important dès le départ peut compromettre tout le projet, si vous découvrez que votre conception ne peut pas s'appliquer à la production de masse. Je conseille d'initier avec nous un « projet sans heurt » à un stade précoce, afin de s'assurer que la carte peut être fabriquée à un coût raisonnable, avec le bon niveau de complexité pour la conception, mais également pour des rendements fiables. » poursuit-il.

« L'avantage qu'offre une collaboration avec NCAB Group est que nous possédons les compétences et le savoir, tant au niveau de la conception que de la fabrication. Nous savons ce dont les usines ont besoin pour réussir à livrer des produits de qualité et connaissons les délais nécessaires. Nous savons également quelles usines sont à même de satisfaire des demandes spécifiques. Enfin, nous sommes capables de concevoir des cartes qui offriront aux clients des rendements élevés et des produits finaux de qualité optimale. » conclut Chris Nuttall.

Questions posées aux quatre coins de la planète : Quelles évolutions observez-vous sur votre marché, plus particulièrement en ce qui concerne les PCB de haute technologie ? Comment décririez-vous les attentes et les demandes de vos clients envers les fabricants de PCB dans ce domaine ?



RUSSIA

VLADIMIR MAKAROV

Managing Director, NCAB Group Russia

« Pendant longtemps, les PCB ordinaires double faces étaient la norme sur le marché russe. Toutefois, ces dernières années la situation a sensiblement évolué. Cela n'est pas vraiment étonnant puisque le marché tend vers la miniaturisation et une hausse des fonctionnalités dans les produits électroniques, ce qui nécessite des cartes plus techniques et plus denses. Obtenir la qualité que recherche le marché en matière de PCB est un défi qui se pose surtout aux concepteurs compétents. Le facteur déterminant a été de collaborer étroitement avec nos clients pour les aider à développer des produits plus modernes et plus compétitifs. »



MACEDONIA

SLOBODAN SHOKOSKI

Managing Director, NCAB Group Macedonia

« Le redressement économique constaté dans les Balkans prend de la vitesse, même s'il est quelque peu inégal. Les principaux moteurs de ce redressement sont les économies avancées, par exemple la Slovénie, tandis qu'ailleurs la progression est plus lente qu'attendu. Plus de 60 % de nos commandes sont destinées aux PCB de haute technologie, la plupart d'entre elles en provenance de prestataires qui évoluent dans le secteur des télécommunications, où qualité et fiabilité sont une priorité. Notre principale difficulté est liée à notre obligation de passer beaucoup de temps à satisfaire les besoins exacts de nos clients. »



GERMANY

OKTAY CAN

Key Account Manager, NCAB Group Germany

« Nos clients sont des leaders dans le segment de la haute technologie, qui exigent des solutions de plus en plus complexes, tant en matière d'applications qu'en ce qui concerne les technologies. La principale croissance de la demande que nous observons concerne donc des PCB plus complexes, à l'extrême limite de ce qu'il est possible d'atteindre. Au même moment, les clients sont plus exigeants en ce qui concerne la qualité, la fiabilité et les réductions de coûts. Il faut du temps pour développer la compétence appropriée pour fabriquer des cartes aussi techniques, et il est donc très important de choisir les fournisseurs adéquats. Notre activité dépend de notre capacité à satisfaire les grandes exigences de nos clients et à offrir la qualité sur laquelle ils peuvent s'appuyer, au bon prix. »

"8 design tips for HDI"

COMMON DESIGN PROBLEMS REGARDING HDI	PRODUCTION PROBLEMS DEPENDING ON THIS	BEST SOLUTION
Dielectric too thick for laser vias	<p>Increased time for laser drilling, lower productivity.</p> <p>High risk for voids in the plating process, especially in the bottom of the microvias.</p> <p>Increased price for the PCBs due to reduced yields.</p>	Use an aspect ratio under 0.8:1.
Too small microvia size	<p>Increased risk for the microvia to be blocked by unknown material and therefore won't be plated satisfactorily.</p> <p>High risk for poor plating of the microvia, especially in the bottom.</p> <p>Increased price for the PCBs due to reduced yields.</p>	<p>Use microvias of 100 µm with an aspect ratio under 0.8:1 for microvias intended for copper filling.</p> <p>Use microvias of 125 µm and with an aspect ratio under 0.8:1 for microvias where copper filling is not a requirement.</p>
Too tight geometries in the form of too small capture and target lands for the microvia	<p>If the target land is too small, the risk will increase for partly missing it (so called overshoot), and material adjacent to the pad will be burnt down to the next layer.</p> <p>If the capture land is too small, it is a risk for the land to be broken, which is not acceptable to any class in IPC-6016.</p>	<p>If possible, use a start pad that is 200 µm larger than the microvia.</p> <p>If possible, use a stop pad that is 200 µm larger than the microvia.</p> <p>At tighter geometries consult NCAB.</p>
Too tight demands on permitted dimple on copper filled microvias	Increased price for the PCBs due to reduced yields.	Place the requirement of dimple to a maximum of 25 µm.
Too tight demands on the thickness of overplating of plugged vias. (POFV or VIPPO)	<p>Affects the flow of the process, at a reasonable thickness of the overplating all the vias can be drilled in the same operation, which makes the process much easier.</p> <p>If the overplating is too thick this will reduce the possibilities to produce outer layers with thin tracks/small isolation.</p>	Set the requirements according to IPC-6012 class II and demand only $\geq 6 \mu\text{m}$ as overplating thickness.
Epoxy via plugging demands for too many different sizes of vias, this applies to both buried as for through vias	Hard to control that bubbles don't occur in the final plug, and that there won't be a problem with complete filling.	Only one size of the plugged vias are preferred, if more sizes have to be plugged, keep them within a range of 0.15mm.
Microvia placement	<p>If microvias are placed directly into SMD surfaces, unnecessarily voids can arise in the solder joints at reflow soldering.</p> <p>The price structure increases if the micro vias are copperfilled.</p>	<p>Pull the microvias from the SMD surfaces if possible.</p> <p>If there is no place to do alternative 1, place the microvias right into the pad and demand for them to be copperfilled.</p>
Too small distance between the staggered holes and the microvias – microvias or microvias – buried vias	<p>If the staggered microvias are placed too close to each other, there is a risk that the overlaying hole can intrude on the underlying one with bad plating as a consequence.</p> <p>This can be solved by copper filling of underlying microvias or overplating if buried vias, all this means increased cost and risk.</p>	Regarding microvia-microvia, keep a distance of 0.30 mm between holes if possible, if not, go down to 0.25 mm. Example: 0,10 mm microvia and 0,25 mm buried hole gives 0,475 mm and 0.425mm in center to center distance.

Les compétences et la collaboration sont des conditions requises pour un produit durable

HANS STÄHL
CEO NCAB GROUP



L'article principal dans ce numéro d'In Focus s'intéresse aux nombreuses questions que l'on peut se poser en ce qui concerne les circuits HDI. Il existe une grande différence entre une carte HDI et un PCB double faces. Les différences sont visibles dès le stade de conception initiale jusqu'à la fabrication et à l'achat. Comme le montre l'article, un équipement d'usine n'est qu'un élément du processus de production. Les compétences et les connaissances dont font preuve leur personnel sont tout aussi importantes. Toutefois, il est impossible de renoncer à s'engager sur la voie du HDI, car la technologie offre de nombreux avantages, surtout celui de pouvoir répondre aux exigences croissantes du marché pour la miniaturisation et la fiabilité. Il est essentiel que les concepteurs et les acheteurs choisissent le bon partenaire dans cette aventure, un partenaire qui offre l'expérience technique nécessaire et qui maîtrise bien la fabrication de prototypes et la production de masse. Cela

permettra d'éviter l'écueil consistant à créer une carte qui fonctionne bien au stade du prototype, mais pas en termes de production de masse. Il est également important de disposer de plusieurs usines bien établies dans l'industrie, pour pouvoir systématiquement offrir la solution optimale, indépendamment des volumes concernés.

Toutefois, le facteur le plus important pour obtenir une conception optimale est d'impliquer toutes les parties concernées, à savoir les sociétés OEM, les concepteurs CAO, les sociétés EMS et les fabricants de PCB. Il arrive trop souvent que lorsque nous recevons une demande de renseignements de la part de nos clients EMS, c'est une conception finie qui nous est présentée sans que nous ayons le temps d'y apporter des améliorations. Il est possible d'économiser beaucoup de temps et d'argent en mettant en place la bonne approche. Et surtout, vous obtenez un produit qui durera des décennies !



NCAB Group dans les médias sociaux

Depuis quelques mois, les clients et les autres parties concernées peuvent nous suivre sur Twitter et sur LinkedIn. Nous avons également créé un blog dans lequel nous nous plongeons dans l'univers complexe des circuits imprimés !

Suivez-nous sur: [» Twitter](#) [» LinkedIn](#) [» Blog](#)

You will find more PCB Design tips on our blog:

» PCB Design tips: Via-in-pad

BY KATHY NARGI-TOTH, TECHNICAL DIRECTOR, NCAB GROUP USA

Les sujets que nous avons abordés par le passé

Pensez à lire nos bulletins d'information précédents. Cliquez sur le lien pour que la lettre s'ouvre dans votre navigateur. Vous pouvez consulter tous nos bulletins d'information à l'adresse suivante: www.ncabgroup.com/newsroom/

» Envisager l'avenir avec NCAB Group Market Watch

2014 05 30 | NEWSLETTER 2 2014

» Séjour de familiarisation à la production de NCAB Group

2014 02 14 | NEWSLETTER 1 2014

» L'industrie des composants

2013 11 18 | NYHETSBREV 4 2013

» Une grande variété de produits

2013 09 24 | NEWSLETTER 3 2013

» Fabrication de prototypes

2013 06 11 | NEWSLETTER 2 2013

» Le réchauffement russe

2013 03 26 | NEWSLETTER 1 2013

Est-ce que nous abordons les bons sujets?

Nous sommes constamment à la recherche de sujets intéressants à approfondir. Si vous souhaitez en savoir plus sur un des sujets abordés ou faire un commentaire sur un de nos articles, n'hésitez pas à nous contacter et à nous en dire plus.

E-mail: sanna.rundqvist@ncabgroup.com