



#32014
INFOCUS:

Högteknologiska mönsterkort

– Gör rätt val från design till volymtillverkning



En horisontell pläteringslinje som används för att plätera mikroviar på HDI-kort.

Elektronikprodukter förväntas idag kunna erbjuda fler – och mer avancerade – funktioner, samtidigt som produkterna krymper, vilket gör att det ställs högre krav på designen och tillverkningen av mönsterkort. För att lyckas med avancerade kort måste man göra rätt val redan i designfasen och sedan noggrant välja en fabrik som uppfyller de specifika kraven för projektet i fråga.

Utvecklingen går mot att allt fler elektroniska funktioner skall få plats i allt mindre produkter. Oavsett om det handlar om konsumentelektronik, datorer, fordon eller medicinteknik blir komponenterna som används mindre, med ökad packningstäthet till följd.

– Tänk bara på hur mobiltelefonerna har utvecklats, säger Chris Nuttall, Chief Operations Officer på NCAB Group. En modern mobil är inte bara en telefon, utan en smartphone - den är mycket tunnare, lättare och mindre än mobiltelefonerna som fanns för 20 år sedan, men den gör så otroligt mycket mer. Det innebär att man på mönsterkortet hela tiden måste få plats med mer på mindre yta. För att exemplifiera med en produkt som NCAB levererar mönsterkort till, kan man titta på en Hasselbladskamera. Hasselblad H1D, som släpptes 2002, kunde leverera filer med en upplösning på 22 megapixel. I den senaste modellen, H5D, kan upplösningen på filerna vara så hög som 200 megapixel. Det är en teknisk utveckling som innebär att sensorer, minnen och processorer kräver klart mer komplexa mönsterkort.

Den allt mer avancerade elektroniken är anledningen till att det blir allt vanligare med avancerade mönsterkort, där det krävs att man går över till så kallade HDI-lösningar (HDI = High Density Interconnect) med fler antal lager, smalare ledare/isolation och där man väljer att använda sig av laserborrade mikroviar eftersom normala genomgående viar helt enkelt inte får plats.

Det är också vanligt att man inför olika nivåer av begrävda viar för



Chris Nuttall, Chief Operations Officer, NCAB Group.

”Tänk bara på hur mobiltelefonerna har utvecklats. En modern mobil är inte bara en telefon, utan en smartphone - den är mycket tunnare, lättare och mindre än mobiltelefonerna som fanns för 20 år sedan, men den gör så otroligt mycket mer. Det innebär att man på mönsterkortet hela tiden måste få plats med mer på mindre yta.”

CHRIS NUTTALL, NCAB GROUP

att kunna underlätta dragningen av signalerna och för att frigöra mer yta på de krympande ytterlagren. Både det ökade antalet lager och tekniken med mikroviar resulterar också i att man måste använda tunnare prepreg och kärnor än med traditionellt byggda kort.

PRODUKTIONSSTEGEN BLIR FLER

– När allt miniatyriseras ställs också mycket högre krav på produktionsutrustningen hos mönsterkortfabrikerna. Även om många steg i produktionen av HDI-kort liknar de som används för att tillverka vanligt traditionella kort, så krävs det en helt annan maskinpark för att kunna uppnå de små geometrierna som behövs, berättar Kenneth Jonsson, teknisk chef på NCAB Group i Sverige.

– När korten dessutom innehåller begrävda viar och/eller mikroviar i flera nivåer så innebär detta fler processteg som dessutom måste upprepas flera gånger, vilket ökar graden av komplexitet och risken för fel, säger han.

I och med att alla geometrier är mycket mindre på HDI-kort så krävs en bättre dedikerad utrustning som är avsedd för högteknologisk tillverkning. Många fabriker har till exempel laserborrmaskiner men tyvärr är det inte lika många som också har den pläteringsutrustning och den erfarenhet som krävs för att faktiskt tillverka högkvalitativa HDI-kort. Därför lägger NCAB ned mycket tid på att

kvalificera och verifiera en fabrik innan den godkänns för att tillverka HDI-kort åt kunderna.

– Det första man behöver beakta i mikroviaprocessen är behovet av avancerade laserborrmaskiner som är kapabla att borra blinda hål ned mot 50µm, även om de flesta mikroviator normalt har en storlek runt 100µm. De senaste generationerna av dessa maskiner kan laserborra upp emot 500 hål per sekund, fortsätter Kenneth Jonsson.

När mönstret på kortet ska överföras krävs extrem noggrannhet där traditionella exponeringsutrustningar inte längre räcker till, därför använder man antingen CCD kamera styrda exponeringsmaskiner med parallellt ljus eller LDI-maskiner (LDI = Laser Direct Imaging) där man med en laserstråle överför mönstret direkt på fotoresisten som är laminerad på produktionspanelen. Genom att inte använda en traditionell fotografisk mönstrefilm så förbättras kvaliteten och man kan föra över geometrier ända ner mot 50µm och i vissa fall ännu mindre.

RÄTT UTRUSTNING OCH RENRUM EN VIKTIG FÖRUTSÄTTNING

– För att säkra det bästa möjliga resultatet i mönsteröverföring så krävs det att den utförs i speciella renrum med noga kontrollerad temperatur och luftfuktighet, förklarar Kenneth Jonsson.

Branschstandarderna har under många år varit att dessa processer utförs i renrum som är klassade enligt klass 10 000 (Enligt FED STD 209E) vilket innebär att den maximala mängden luftburna partiklar som är 0,5µm (ett mänskligt hårstrå är ca 20-50µm tjockt) eller större får uppgå till maximalt 10 000 stycken per kubikfot (350 000st/m³).

– Nuförtiden så har de bästa fabriken renrum klassade enligt klass 1 000. För att få en jämförelse så innehåller normal dagsluft runt 1 000 000 partiklar i samma storlek per kubikfot (35 000 000st/m³). Bra renrum är kostsamt, både att anskaffa och att underhålla, fortsätter han.



I en LDI-maskin (LDI=Laser Direct Imaging) överförs mönstret med en laserstråle direkt på produktionspanelen.

Även pläteringslinorna skiljer sig mellan HDI-kort och traditionella kort. För vanliga kort räcker det oftast med att använda traditionella pläteringslinor där panelerna hänger vertikalt. Genom användning av mekanisk- och luft-agitering så kan pläteringskemin cirkulera fritt kring ytorna och genom hålen för att åstadkomma en tillförlitlig pläteringstjocklek. När det gäller HDI-kort med blinda hål på 100µm eller mindre så fungerar denna metod mycket sämre och därför använder sig de flesta fabriker både av horisontella pläteringslinor och så kallade VCP-linor (VCP = Vertical Continuous Plating). Genom att pläteringskemin sprutas mot panelerna med högt tryck så kan både mycket små genomgående hål och mikroviator erhålla en korrekt plätering.

Lödmaskens placering mot mönstret utgör också en utmaning eftersom man på extrema komponenter, som till exempel 01005 och µBGA-kretsar med en pitch på 400µm eller mindre ofta måste kunna åstadkomma en registrering ner mot 37µm och i vissa extrema fall ner mot 25µm. För att lyckas med detta så används även här CCD-styrda exponeringsmaskiner med parallellt ljus.

– Det har även börjat bli möjligt att använda speciella LDI-maskiner (LDI = Laser Direct Imaging) eftersom lödmaskstillverkarna har tagit fram speciella lödmasker som kräver mindre energimängd för att polymeriseras, berättar Kenneth Jonsson.

”När man väger in att kostnaden för ett bestyckat high-tech-kort ofta kan uppgå till mer än 100 gånger så mycket som själva mönstret, så måste det gå att lita på kortets kvalitet.”



KENNETH JONSSON, NCAB GROUP

LYFTER PÅ HUVEN

Chris Nuttall förklarar att NCAB undersöker alla aspekter grundligt för att en fabrik ska ses som lämplig för högteknologisk tillverkning. Som han uttrycker det handlar det om att lyfta på motorhuven och undersöka bilen innan man köper den.

– Om en fabrik säger att de har laserborrmaskiner och därför klarar av att göra high-tech-mönsterkort är det lite som att säga att någon automatiskt blir en ny Michelangelo bara för att han har fått en hammare och mejsel. Det är minst lika viktigt att behärska plätering och ha rätt utrustning för detta. Sedan tittar vi på vilka kemikalier och metoder kring dem som används, teknik för mönsteröverföring och så vidare. Slutligen är fabriken erfarenhet och tillförlitlighet en otroligt viktig faktor, säger han.

– Vi vill ha fabriker som är inriktade på att tillverka avancerade kort, det måste vara deras kärnverksamhet, flikar Kenneth Jonsson in.

I dagsläget används elva olika fabriker i Kina och Europa för HDI-tillverkning åt NCAB:s kunder.

– Vi lyssnar på våra kunder och anpassar oss efter deras behov. Vår strategi är att hitta rätt fabrik för det specifika projektet, beroende på dess komplexitet, volym och andra krav och vi strävar alltid efter fler än ett alternativ, fortsätter Chris Nuttall.

Ska man tro en av NCAB:s kunder så stämmer detta: – Högsta kvalitet och leveransförmåga är avgörande för oss. NCAB Groups flora av utvalda fabriker gör att kapaciteten alltid finns samt att våra varierande krav på leveranstider och typer av kort kan mötas. Genom ett effektivt kvalitetsarbete på plats i Kina håller fabriken alltid måttet. NCAB Group är en flexibel partner som vi känner oss trygga med, säger Mikael Borg, purchasing manager på Hasselblad.

Kenneth Jonsson understryker vikten av att en fabrik inte bara kan tillverka avancerade mönsterkort, utan att den också har ett lågt felutfall vid tillverkningen.

– Om man som ett exempel tar ett HDI-kort som tillverkas enligt tekniken 3-4b-3 så innebär det att det behöver lamineras, borras och pläteras fyra gånger. Om man får tio procent i felutfall för varje runda i fabriken så slutar det med att fabriken skrotar ut fler kort än den ska leverera. Då finns det all anledning att ifrågasätta kvaliteten på de kvarvarande korten som faktiskt levereras, säger Kenneth Jonsson och konstaterar att detta borde ge anledning till oro:

– När man väger in att kostnaden för ett bestyckat high-tech-kort ofta kan uppgå till mer än 100 gånger så mycket som själva mönstret, så måste det gå att lita på kortets kvalitet.

Annars kan det bli väldigt dyrt i slutändan, om man tvingas kassera produkten i ett senare skede.

DESIGNA RÄTT FRÅN BÖRJAN

Ytterligare en aspekt att prioritera när det gäller avancerade kort är själva designen. Marginalerna är små kring sådant som till exempel ledarbredder, isolationsavstånd mellan kopparytor, impedanskrav och hålstorlekar kontra annulleringar. Allt detta ställer höga krav på den som gör layouten. Designreglerna skall vara realistiska och anpassade till volymtillverkningen redan från start.

– Det finns en rad fallgropar om man bara väger in prototypfabri-

kens designregler, säger Kenneth Jonsson. Ett exempel är att välja alltför tunna innerlagerkärnor för att få till en bra kapacitiv koppling. Det kan fungera i en prototypfabrik där man med stor ansträngning kan processa dessa tunna innerlagerkärnor, dock så kan det bli stora problem vid volymproduktion eftersom de lätt fastnar i transporten genom långa etslinor då de helt enkelt är för sladdriga. Vår rekommendation är därför att man, om möjligt, bör undvika innerlagerkärnor under 75µm tjocklek.



Horisontell hållrengöring och hållpläteringslina.

Ett konstruktivt råd från Kenneth Jonsson är att om det finns plats på kortet så ska man välja så stor kapsel och pitch som möjligt, om det finns en sådan med samma eller liknade funktionalitet, eftersom det sparar kortkomplexitet och kostnader.

– Även om en mindre komponent kan vara billigare att köpa in och

lättare att få tag på, så kanske komponenten främst är framtagen för konsumentelektronikmarknaden, som till exempel mobiltelefoner eller surfplattor. Att välja sådana komponenter kan fördyra mönsterkorten genom att man tvingas till högre kortkomplexitet, i synnerhet om det inte handlar om så stora volymer.

Det börjar också komma fler komponenter av typen PoP (PoP = Package on Package), och även här bör man rådgöra noga med sin kortmontör om denna teknik är välbeprövad hos dem och vilka merkostnader den innebär. Samtidigt så kan förstås mindre komponenter spara kortyta vilket kan leda till ett billigare kort, förutsatt att komplexiteten inte behöver ökas med flera nivåer av mikrovioler eller adderande av begravda strukturer. Det finns alltid en noggrann avvägning mellan yta och komplexitet som man behöver göra i designfasen.

– NCAB vill gärna vara med i ett så tidigt skede som möjligt och hjälpa våra kunder att hitta rätt designlösningar. Man måste förstå att prototyp tillverkning är en sak och volymtillverkning något annat, klagör Kenneth Jonsson.

– Läger man fokus fel från början så kan det gå så illa att hela projektet blir kraftigt försenat eller i värsta fall nedlagt eftersom det inte går att volymtillverka designen.

Vår rekommendation är att initiera ett "seamless" projekt tillsammans med oss i ett tidigt skede; i syfte att säkerställa att kortet kan tillverkas till en rimlig kostnad med "rätt" nivå av komplexitet för designen som kan skapa ett tillförlitligt utfall i volymproduktion, fortsätter han.

– Fördelen med att vända sig till oss på NCAB Group är att vi har kunskap om både design och tillverkning av mönsterkort. Vi vet vad fabrikena behöver för att få till stånd en bra leverans av en bra produkt, i rätt tid. Vi vet hur man designar kort för att få de bästa förutsättningarna för en hög yield och högkvalitativa slutprodukter, avslutar Chris Nuttall.

Frågor jorden runt: Hur utvecklas marknaden för hi-tech-mönsterkort på din marknad? Hur skulle du vilja beskriva kundernas förväntningar och krav på mönsterkortstillverkare inom detta område?



RYSSLAND
VLADIMIR MAKAROV

Managing Director, NCAB Group Russia

– Länge var vanliga dubbelsidiga mönsterkort vanligast på den ryska marknaden. Men på senare år har situationen förändrats tydligt. Det är ingen större överraskning eftersom marknaden går mot miniaturisering och ökad funktionalitet i elektronikprodukter, vilket kräver mer avancerade, tätare kort. Att uppnå de egenskaper som efterfrågas hos korten ställer framför allt krav på duktiga designers. Nyckeln här är ett nära samarbete med våra kunder för att hjälpa dem ta fram modernare och mer konkurrenskraftiga produkter.



MAKEDONIEN
SLOBODAN SHOKOSKI

Managing Director, NCAB Group Macedonia

– På Balkan ser vi just nu en allt starkare ekonomisk återhämtning, men samtidigt är denna fortfarande ojämn. Det är de mer avancerade ekonomierna (som Slovenien) som driver på mycket av återhämtningen, medan det går sämre än väntat på andra håll. Mer än 60 procent av våra order gäller high-tech-mönsterkort, främst från underleverantörer till telekombranschen, där kvalitet och tillförlitlighet prioriteras. Vår största utmaning är att vi måste lägga mycket tid på att få fram exakt vad kunden efterfrågar.



TYSKLAND
OKTAY CAN

Key Account Manager, NCAB Group Germany

– Våra kunder är ledande inom högteknologiska områden, med lösningar som ständigt blir mer komplexa både vad gäller tillämpning och teknik. Den största efterfrågeökning som vi ser handlar därför om mycket komplexa mönsterkort – på gränsen för det möjliga. Samtidigt skärps kraven på kvalitet, tillförlitlighet och kostnad. Det tar tid att utveckla rätt kompetens för att kunna tillverka sådana kort och därför måste man använda noga utvalda tillverkare. Vår affär drivs av vår förmåga att möta kundernas höga krav, med pålitlig kvalitet och till rätt kostnad.

"8 designtips för 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.

Kunskap och samarbete är förutsättningar för en hållbar produkt

HANS STÅHL
CEO NCAB GROUP



Som ni kan utläsa av den längre artikeln i detta nummer av In Focus kan många frågor uppstå kring HDI-kort. Det är stor skillnad mellan ett HDI-kort och ett tvålagers mönsterkort i alla avseenden, hela vägen från konstruktion till tillverkning och inköp. Som nämns i artikeln är maskinparken bara en del av tillverkningsprocessen. Personalens kunskap är minst lika viktig. Samtidigt ska man inte avstå från att konstruera med HDI-teknik eftersom det har så många fördelar, framför allt när det gäller att kunna möta kraven på miniaturisering och tillförlitlighet. Som konstruktör och inköpare är det viktigt att välja rätt partner i detta arbete, en partner som har teknisk erfarenhet och förstår både prototyp- och volymtillverkning

så att man inte konstruerar ett kort som funkar bra i en prototypfas men inte i volym. Det är dessutom viktigt att ha flera fabriker med lång erfarenhet så att man beroende på volym alltid kan leverera den optimala lösningen.

Men den viktigaste aspekten för att uppnå en optimal design är att se till att arbeta tillsammans med alla berörda parter, det vill säga OEM-företaget, CAD-designern, EMS-företaget och mönsterkorts-tillverkaren. Vi ser alltför ofta att designen redan är klar och att det inte finns tid att göra några förbättringar när vi får förfrågan från våra EMS-kunder. Här finns det mycket tid och pengar att tjäna, men framför allt får man en produkt som håller i många decennier!



NCAB Group i sociala medier

Nu går det även att följa oss på Twitter och LinkedIn, vi har dessutom startat en blogg där vi fördjupar oss i mönsterkortens mångsidiga värld!

» [Twitter](#) » [LinkedIn](#) » [Blog](#)

På vår blogg hittar du fler designtips för mönsterkort:

» [PCB Design tips: Via-in-pad](#)

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

Tidigare ämnen vi belyst

Läs gärna våra tidigare nyhetsbrev. Du hittar alla nyhetsbrev på vår webb: www.ncabgroup.com/newsroom/

» [Insikt om den nära framtiden med NCAB:s Market Watch](#)

2014 05 30 | NYHETSBRV 2 2014

» [NCAB Group Production Insight Trips](#)

2014 02 14 | NYHETSBRV 1 2014

» [Komponentindustrin](#)

2013 11 18 | NYHETSBRV 4 2013

» [Hög produktmix](#)

2013 09 24 | NYHETSBRV 3 2013

» [Prototyp-tillverkning](#)

2013 06 11 | NYHETSBRV 2 2013

» [Ryska marknaden](#)

2013 03 26 | NYHETSBRV 1 2013

Skriver vi om fel ämnen?

Vi letar ständigt efter intressanta ämnen att fördjupa oss i. Har du en tanke om vad du skulle vilja läsa mer om eller synpunkter kring det vi skrivit? Hör gärna av dig till oss och berätta mer.

Mejla sanna.rundqvist@ncabgroup.com