

Proiectarea Asistată în Electronică T.3 – Tehnologiile de fabricare a cablajului imprimat.

Scopul Lecției: metodele tehnologice specifice pentru fabricarea cablajelor imprimate

Conf. Univ. Dr. Crețu Vasilii

Generalități: Etape tehnologice comune

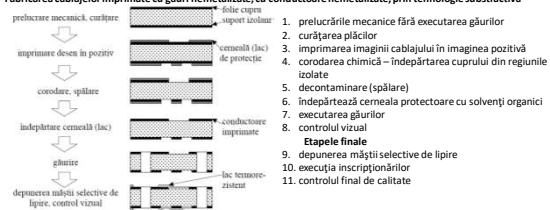
- **Prelucrarea mecanică** tăierea plăchetelor, executarea decupărilor de formele și dimensiunile necesare. În unele tehnologii se mai face găurirea, urmată de curățirea găurilor
- **Curățirea suportului.** Se înlătură orice impurități ce compromit aderența substratului de acoperire și în consecință calitatea cablajului imprimat, curățirea se face în dependență de suport și de gradul de impuritate a lui prin curățirea mecanică cu abrazive, prin atac chimic, spălare cu solvenți organici, în final spălarea cu multă apă. Ultimele spălări se fac cu apa dionizată sau cel puțin cu apa depurificată.
- **Imprimarea desenului** cablajului pe suprafața suportului (transferarea imaginii cablajului imprimat 1x1 pe suprafața pregătită). Cernela transpunerii trebuie să fie rezistivă la acizi. Imaginea se poate face în:
 - imagine pozitivă – când sunt acoperite suprafețele ce în continuare vor reprezenta cablajul imprimat.
 - imagine negativă – când sunt acoperite suprafețele ce în continuare vor reprezenta imagini izolate.
- **o serie de prelucrări mecanice sau chimice** și reprezintă îndeplinirea însăși a cablajului imprimat prin tehnologia aleasă.
- În tehnologiile care utilizează prelucrarea chimică după ultimele tratamente chimice se efectuează **decontaminarea** plăchetelor prelucrate. Decontaminarea constă în spălarea succesivă cu mai multă apă și solvenți.
- depunerea unei **masți selective de lipire**, această mască se realizează prin acoperirea întregi fete a cablajului pe întreaga suprafață a plăchetei, înafară de suprafețele de lipire a unui lac (termoizolant al unui rezistiv)
- **incripțiile cablajului** pentru montarea elementelor pe suprafața lui
- Ultima etapă este **controlul final de calitate**, de obicei se face vizual mai rare ori utilizându-se aparatură specială pentru controlul scurt-circuitului.

Общие сведения. Общие технологические этапы

- **Механическая обработка**, раскрой пластин, нарезка необходимых форм и размеров. В некоторых технологиях все же проводится сверление с последующей очисткой отверстий.
- **Очистка подложки.** Удаляются любые загрязнения, которые ухудшают адгезию основы покрытия и, следовательно, качество печатной проводки, очистка выполняется в зависимости от основы и степени ее загрязнения механической очисткой абразивами, химическим воздействием, промывкой органическими растворителями и, наконец, промывкой многой воды. Последние промывки выполняются деионизированной водой или, по крайней мере, очищенной водой.
- **Распечатка рисунка** проводки на поверхности носителя (перенос изображения проводки напечатанным 1x1 на подготовленную поверхность). Транспонирующие чернила должны быть кислотостойкими. Изображение может быть выполнено в:
 - **положительное изображение** - когда покрываются поверхности, которые все еще будут представлять печатную проводку.
 - **негативное изображение** - когда покрываются поверхности, которые по-прежнему будут представлять отдельные изображения.
- **серия механической или химической обработки** представляет собой выполнение печатной разводки по выбранной технологии.
- В технологиях, использующих химическую обработку, после проведения последней химической обработки **дезагрязнение** обработанных плат. Обеззагрязнение заключается в последовательной промывке большим количеством воды и растворителей.
- при нанесении **маски селективной пайки** эта маска изготавливается путем покрытия всех поверхностей разводки по всей поверхности пластины, за исключением поверхностей пайки, лаком (теплоизоляция резистивной).
- **надписи разводки** для крепления элементов на ее поверхности
- Последним этапом является **окончательный контроль качества**, который обычно проводится реже визуально или с использованием специального оборудования для контроля короткого замыкания.

Tehnologiile substructive („de corodare”) - implicând prelucrarea unui semifabricat placat cu cupru și obținerea traseelor circuitului imprimat prin înlăturarea unor porțiuni din foia electroconductoare aderentă la suportul electroizolant. Îndepărtarea acestor zone se poate face fie pe cale chimică (prin corodare) - având în prezent cea mai mare pondere pe ansamblul cablajelor imprimate - fie pe cale mecanică, prin frezare, pe mașini comandate de calculatoare, pe care se execută și găurile.

Fabricarea cablajelor imprimate cu găuri nemetalizate, cu conductoare nemetalizate, prin tehnologie substructivă



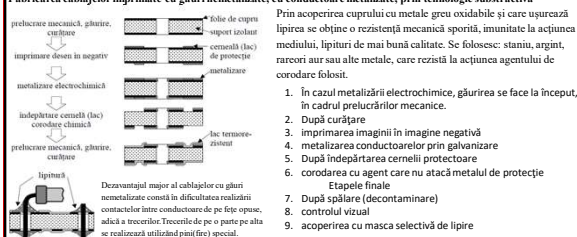
Găurile se execută după corodare, pentru a se evita corodarea cuprului în interior și mai ales blocarea găurilor cu cerneala protectoare, foarte greu de îndepărtat.

Субтрактивные («коррозийные») технологии - включают обработку покрытого медью полуфабриката и получение путей печатной схемы путем удаления частей электропроводящей фольги, пришедшей к опоре электрической изоляции. Удаление этих областей может быть выполнено либо химическим способом (путем коррозии) - в настоящее время составляющим наибольшую долю всей печатной проводки, - либо механическим путем, фрезированием на станках с компьютерным управлением, на которых производятся отверстия. **Изготовление электроразводки с неметаллическими отверстиями, с неметаллическими проводниками, по субтрактивной технологии.**



Отверстия производятся после коррозии, чтобы избежать коррозии меди внутри и особенно блокировки отверстий защитными чернилами, которые очень трудно удалить.

Fabricarea cablajelor imprimate cu găuri nemetalizate, cu conductoare metalizate, prin tehnologie substructivă



Operarea de precositorire (cositor=aliaj de lipire) constă în depunerea pe cablajul imprimat cu aliaj de lipit SnPb în băi sau instalații cu val, după terminarea procedurii, înainte de depunerea măști selective de lipire. Procedul se numește precositorire și este aplicabil dacă conductoarele sunt destul de late iar distanțele dintre conductoare sunt destul de mari (peste $\approx 0,5\text{mm}$), altfel apar scutcurcircuitări. Mai frecvent se realizează precositorirea după depunerea măști selective de lipire, acoperind cu aliaj numai punctele de lipire.

Fabricarea cablajelor multistrat prin tehnologia substractivă

1. Procesul elaborării cablajului multistrat prin tehnologia substractivă începe cu elaborarea cablajului imprimat nemetalizat fără executarea găurilor, pe 2 sau mai multe plăci semifabricate.
2. suprapunerea plăcilor cu adăugarea unui izolat intermediar și se presează la încălzire
3. corodare a izolanului din găuri pentru evidențierea reliefului Cu-lui asigurând o mai bună calitate a adeziunii Cu-lui a cablajului cu metalizarea găurii.
4. metalizarea găurilor (și a conductoarelor exterioare) și a cablajului imprimat exterior

Poziționarea precisă a plăcilor la suprapunere se face utilizând găuri de ghidare în plăci și știfturi (tije) de ghidare. Executarea precisă a găurilor (poziție, diametru ...) se obține prin prelucrarea mecanică pe mașini speciale, conduse de calculatoare în a căror memorie este introdus planul de găurire.

Fabricarea cablajelor multistrat prin tehnologia substractivă

1. Процесс разработки многослойной разводки с помощью субтрактивной технологии начинается с разработки неметаллической печатной разводки без сверления отверстий на 2 или более полуфабрикатах.
2. перекрытие пластин с добавлением промежуточного изолятора и опрессовка при нагреве
3. коррозия изоляции в отверстиях для выделения рельефа Cu, обеспечивающего лучшее качество сцепления проводов с медью с металлизацией отверстий.
4. металлизация отверстий (и внешних проводников) и внешняя печатная проводка

Точное позиционирование перекрывающихся пластин осуществляется с помощью направляющих отверстий в пластинах и направляющих штифтов. Точное выполнение отверстий (положение, диаметр ...) достигается механической обработкой на специальных станках, управляемых компьютерами, в память которых вставлен план сверления.

Tehnologii active

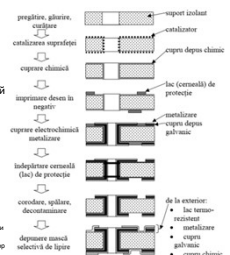
Sunt asemănătoare cu tehnologiile de sinteză și se utilizează practic aceleași utilaje, aceleași elemente ca la cablajele cu găuri metalizate. Încercările de a realiza într-un același lanț de operații tehnologice, atât conductoarele imprimate cât și metalizarea găurilor, au dus la dezvoltarea tehnologiilor aditive de fabricare a cablajelor imprimate, în care materialul de la care încep operațiile este, suportul izolat.

1. suport izolat care se prelucrează mecanic și se găurește
2. se curăță
3. se catalizează întreaga suprafață
4. se face o cuprare chimică, realizând un strat subțire (1 – 5μm) pentru a face conductoare întreaga suprafață
5. imprimarea desenului în imagine negativă
6. cuprare galvanică, crescând un strat de cupru gros, în funcție de necesități
7. metalizarea conductoarelor
8. înlăturarea cernelii protectoare
9. o scurtă corodare, pentru îndepărtarea stratului de cupru depus chimic
10. decontaminarea (spălarea)
11. control vizual
12. masca selectivă de lipire

Avantajele tehnologiilor active constau în consumul mai redus de cupru și costul mai redus al semifabricatului (nu este plăcat). Dezavantajul major al acestei tehnologii constă în aderența scăzută a conductoarelor la suport, problemă încă nereșolvată.

Аддитивные технологии Они похожи на субтрактивные технологии и используют практически то же оборудование, те же элементы, что и проводка с металлическими отверстиями. Попытки выполнить в одной цепочке технологических операций как печатные проводники, так и металлизацию отверстий, привели к развитию аддитивных технологий изготовления печатных проводов, в которых материалом, с которого начинаются операции, является изолирующая опора.

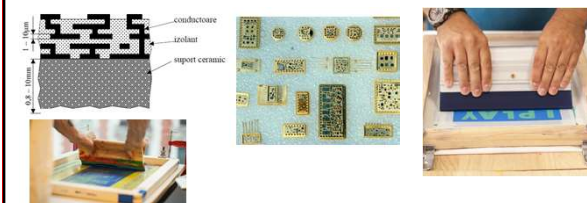
1. изолирующая опора, механически обработанная и просверленная
2. самоочищается
3. вся поверхность катализируется
4. химическая медь сделана тонким слоем (1-5 мкм), чтобы сделать всю поверхность проводящей
5. печать рисунка на негативе
6. гальваническая медь, при необходимости увеличивая толстый слой меди
7. металлизация проводников
8. удаление защитных чернил
9. кратковременная коррозия для удаления химически осажденного слоя меди
10. дезактивация (очистка)
11. визуальный контроль
12. селективная паяльная маска



Преимущества аддитивной технологии заключается в меньшем расходе меди и более низкой стоимости производства (из-за гальваники). Основным недостатком этой технологии является низкая адгезия проводков и опор, проблема до сих пор не решена.

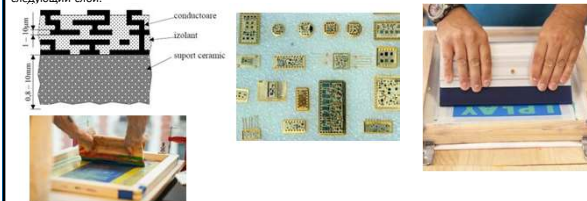
Tehnologiile de Sinteză În tehnologia de sinteză conductoarele și izolantul dintre ele se realizează prin depuneri succesive de material, de regulă pe suporturi ceramice.

tehnologia păturilor groase, conductoarele dintr-un strat se obțin prin vopsire cu pastă din săruri metalice folosind o mască serigrafică sau un șablon cu degajările corespunzătoare traseelor conductoare. După reducere prin ardere, se obțin traseele metalice. Izolantul se depune sub formă de pastă ceramică (oxid de aluminiu), umplând spațiile dintre conductoare prin vopsire și ștergere cu raclă. După ardere pentru întărirea ceramicii, se trece la formarea următorului strat.

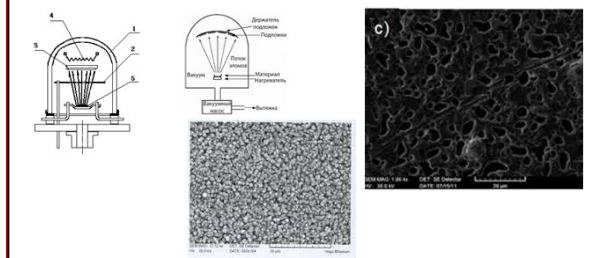


Tehnologii sinteză В технологии синтеза проводники и изолятор между ними изготавливаются путем последовательного нанесения материала, обычно на керамические опоры.

По технологии **толстых слоев** проводники в слое получают окраской пастой из солей металлов с использованием маски для трафаретной печати или шаблона с зазорами, соответствующими токопроводящим дорожкам. После восстановления путем сжигания остаются следы металла. Изоляция наносится в виде керамической пасты (оксиды алюминия), заполняя промежутки между проводниками путем покраски и протирания раклем. После обжига для затвердения керамики формируется следующий слой.



tehnologia păturilor subțiri, metalul pentru conductoare și izolantul ceramic se depun prin evaporarea în vid a substanțelor, încălzite la topire. În vid înaltat (sub 10⁻⁶ torr) moleculele se deplasează rectiliniu, în fascicule moleculare sau ionice. Pentru formarea conductoarelor, în calea fasciculului molecular se intercalează șabloane cu degajări corespunzătoare traseelor conductoare, iar pentru creșterea izolației se folosesc șabloane complementare celor pentru conductoare, dar grosimea straturilor este mică – 0,1 – 1 μm.



Тонкопленочная технология, металл для проводов и керамическая изоляция осаждаются путем вакуумного испарения вещества, нагретого при плавлении. В высоком вакууме (ниже 10⁻⁶ Торр) молекулы движутся прямолинейно, в молекулярных или ионных связях. Для формирования проводников на пути молекулярного пучка расположены вкрапленные узоры с зазорами, соответствующими проводящим дорожкам, а для увеличения изоляции используются шаблоны, дополняющие проводники, но толщина слоев невелика - 0,1 - 1 мкм.

