

Proiectarea Asistată de Calculator

T.2 – Materiale utilizate în producerea industrială a de cablaj imprimat.

Scopul Lecției: de a face cunostința cu materialele utilizate pentru suporturi izolatoare

Conf. Univ. Dr. Crețu Vasiliu

În general, un cablaj imprimat include: suportul izolat, conductoarele imprimate, pelicule de acoperire și protecție, eventual adezivi.

Materiale pentru suporturi izolante

- Suporturile izolante trebuie să satisfacă un număr mare de cerințe generale, cum sunt:
- *proprietăți electrice bune și stabile*: rezistivitate de volum și suprafață mari, pierderi (**tgδ**) mica, permitivitate (ϵ_r) mică, rigiditate dielectrică mare, ...;
- *proprietăți mecanice bune și stabile*: rezistență la solicitări mecanice, posibilitate de prelucrare prin tăiere, ștanțare, aşchiere, etc.; trebuie avut în vedere că solicitările mecanice sunt preluate în totalitate de suport, conductoarele imprimate neavând rezistență mecanică;
- *stabilitate dimensională și a tuturor însușirilor*, în timp și la acțiunea factorilor de mediu (temperatură, umiditate, șocuri, vibrații, substanțe chimice, ...)
- *neinflamabilitate* (unele norme impun și autostingerea), rezistență la temperatura de lipire, absorbție și adsorbție a apei minime;
- *preț de cost redus*.

Pentru suporturile cablajelor flexibile se mai impun:

- *flexibilitate bună* (rază de curbă minimă sub 1-3 mm);
- *coeficient de alungire la întindere cât mai mic* (conductoarele de cupru nu suportă decât alungiri foarte mici);
- *rezistență la rupere mare*.

În prezent, pentru suporturi se folosesc: materiale stratificate, folii de mase plastice termoplastice și termorigide și materiale ceramice.

В общем печатная плата состоит из: Изолирующая подложка, печатные проводники, защитные и покрывающие пленки, клеи.

Материалы, используемые для изолирующих подложек

- Изоляционные опоры должны соответствовать большому количеству общих требований, таких как:
- *хорошие и стабильные электрические свойства*: высокое объемное и поверхностное сопротивление, низкие потери (**tgδ**), низкая диэлектрическая проницаемость (ϵ_r), высокая диэлектрическая прочность, ...;
- *хорошие и стабильные механические свойства*: устойчивость к механическим воздействиям, возможность обработки резанием, шпательной, резной и др.; необходимо учитывать, что механические нагрузки полностью воспринимаются опорой, печатные проводники не имеют механического сопротивления;
- *стабильность размеров и все свойства с течением времени и действии факторов окружающей среды* (температура, влажность, удары, вибрации, химические вещества, ...)
- *негорючесть* (по некоторым нормам также требуется самозатухание), устойчивость к температуре окисления, минимальное впитывание и абсорбция воды;
- *низкая себестоимость*.

Для гибких опор проводки они также необходимо:

- *хорошая гибкость* (минимальный радиус кривизны менее 1-3 мм);
- *максимально низкий коэффициент удлинения при растяжении* (медные проводники допускают только очень небольшие удлинения);
- *высокая прочность на разрыв*.

В настоящее время используются опоры: ламинированные материалы, листы термoplastов и термоактивных пластиков, а также керамические материалы.

[illegible]

Materiale pentru conductoare imprimate

Pentru conductoare imprimate, de departe cel mai utilizat material este cuprul cu puritate electrotehnică (peste 99,5%). Mult mai rar se folosește argintul (în tehnologii de sinteză). Alte metale sunt practic neutilizate (exceptând cazul tehnologiilor purilor surbit). Foia de cupru pentru acoperirea semifabricatelor plătate are grosimi de 5...100μm, dar grosimea cea mai utilizată este în jur de 35μm; grosimile mai mici nu asigură rezistența suficientă (conductoarele se desprind ușor de suport, se rup la lipire, ...) și se folosesc când urmează îngroșarea conductoarelor prin depunere de cupru, iar grosimile mai mari nu sunt economice și se utilizează pentru cablaje care lucrează în condiții grele.

Material	Rezistivitate la 20°C ($\times 10^{-2} \Omega \cdot m$)	Coefficient de temp. al rezistivității ($\times 10^{-3} K^{-1}$)	Densitate ($\times 10^3 kg/m^3$)	Conductivitate termică ($W/m \cdot K$)	Temperatura de topire ($^{\circ}C$)	Observații
Cupru (Cu)	0.0174	3.9 - 4.3	8.89	394	1084	Oxidabil
Argint (Ag)	0.0165	3.6 - 4.1	10.5	423	960	Greu oxidabil
Aur (Au)	0.023	3.4 - 4.0	19.3	293	1063	Practic inoxidabil
Staniu (Sn)	0.125	4.6	7.28	66	232	Pentru acoperiri
Plumb (Pb)	0.208	3.8	11.34	37	327	Utilizat numai aliat cu Sn
Aliaj de lipit	0.180	4.0 - 4.3	8.8	44	185	60-65% Sn, rest Pb Bontate acizilor

Deoarece cuprul se oxidează foarte repede, îngreunând lipirea, frecvent se realizează acoperiri de protecție cu metale sau aliaje greu oxidabile (argint, aur) sau care formează oxizi ușor dizolvabili în flux chiar la lipire (staniu sau aliaj de lipit staniu și plumb). Aderența conductoarelor la suport se asigură prin:

- proprietățile adezive ale rășinii (cazul rășinilor epoxidice, melaminice și poliesterice);
folosirea unor adezivi (de exemplu, pentru pertinax se folosește cauciuc nitrilic iar în tehnologiile aditive pe suport cu rășini epoxidice se utilizează clorid de paladiu care are rol de catalizator la depunerea chimică a cuprului).

Материалы для печатных проводников

Для печатных проводников наиболее часто используемым материалом является медь с электрохимической чистотой (более 99,5%). Гораздо реже (в синтетических технологиях) используется серебро. Остальные металлы практически не используются (кроме случая тонкой технологии). Медный лист для покрытия плакированных полиэфирных имеет толщину 5 ... 100 мкм, но наиболее часто используемая толщина составляет около 35 мкм; меньшая толщина не обеспечивает достаточной прочности (проводники легко отслаиваются от опор, ломаются при пайке и т. д.) и используются, когда проводники утолщаются из-за осаждения меди, а толщина неэкономична и используется для проводки, которая работает в сложных условиях

Material	Rezistivitate la 20°C ($\times 10^{-10} \Omega \cdot m$)	Coeeficientul de temp. al rezistivității ($\times 10^{-3} K^{-1}$)	Densitatea ($\times 10^3 kg/m^3$)	Conductivitatea termică (W/m·K)	Temperatura de topire (°C)	Observații
Cupru (Cu)	0.0174	3.9 · 4.3	8.89	394	1084	Oxidabil
Argint (Ag)	0.0165	3.6 · 4.1	10.5	423	960	Greu oxidabil
Aur (Au)	0.023	3.4 · 4.0	19.3	293	1063	Practic inoxidabil
Staniu (Sn)	0.125	4.6	7.28	66	232	Pentru acoperiri
Plumb (Pb)	0.208	3.8	11.34	37	327	Utilizat numai aliat cu Sn
Aliaj de lipit	0.180	4.0 · 4.3	8.8	44	185	60-65% Sn, rest Pb

Поскольку медь окисляется очень быстро, что затрудняет пайку, защитные покрытия часто выполняются из металлов или сплавов, которые трудно окисляются (серебро, золото) или которые образуют легко растворимые оксиды во флюсе даже при пайке (олово или припой, олово и свинец). . Приклеивание проводов к опоре обеспечивается:

- использование адгезивов (например, нитрильный каучук используется для пертинамкса, а хлорид палладия используется в аддитивных технологиях на носителе с эпоксидными смолами, который действует как катализатор химического осаждения меди);

Categorie	Componente, comentarii
FR-1	hârtie, compoziție fenolică: presare și ștanțare la temperatura camerei, coeficient ridicat de higroscopicitate
FR-2	hârtie, compoziție fenolică: aplicabilă pentru plăcile de circuite imprimate pe o singură față a aparatelor de uz casnic, higroscopicitate scăzută
FR-3	hârtie, compoziție epoxidică: formulări cu bune caracteristici mecanice și electrice
FR-4	fibră de sticlă, compoziție epoxidică: excelente proprietăți mecanice și electrice
FR-5	fibră de sticlă, compoziție epoxidică: rezistență ridicată la temperaturi ridicate, fibră aprindere
G10	fibră de sticlă, compoziție epoxidică: proprietăți izolante ridicate, cea mai mare rezistență a fibrei de sticlă, coeficient scăzut de higroscopicitate
G11	fibră de sticlă, compoziție epoxidică: rezistență mare la flexiune la temperaturi ridicate, rezistență ridicată la solvenți

Materialele laminate sunt desemnate prin indicele FR (rezistență la foc, rezistență la inflamație) și G. Materialul cu index FR-1 are cea mai mare inflamabilitate, FR-5 a - cea mai mică. Materialele cu indici G10 și G11 sunt realizate din materiale de înaltă rezistență. Nu se acceptă utilizarea materialului FR-1. Există multe exemple de PCB-uri pe baza FR-1 care sunt deteriorate de compensarea termică. PCB-urile din această categorie seamănă mai mult cu cartonul. FR-4 este adesea utilizat la fabricarea echipamentelor industriale, în timp ce FR-2 este utilizat la fabricarea aparatelor de uz casnic. Aceste două categorii sunt standardizate în industrie, iar PCB-urile pe baza FR-2 și FR-4 sunt adesea potrivite pentru majoritatea aplicațiilor. Dar, uneori, imperfecțiunea caracteristicilor acestor categorii forțează utilizarea altor materiale. De exemplu, pentru aplicații cu frecvență foarte mare, sunt utilizate ca material PCB fluoroplastul și chiar ceramica. Cu toate acestea, cât materialul PCB este mai exotic, cu atât prețul poate fi mai mare.

Категория	Компоненты, комментарии
FR-1	Бумага, фенольный состав: прессование и штамповка при комнатной температуре, высокий коэффициент гигроскопичности
FR-2	Бумага, фенольный состав: применима для односторонних печатных плат бытовой техники, низкая гигроскопичность
FR-3	Бумага, эпоксидный состав: составы с хорошими механическими и электрическими характеристиками
FR-4	стеклопластик, эпоксидный состав: отличные механические и электрические свойства
FR-5	стеклопластик, эпоксидный состав: высокая устойчивость к высоким температурам, отсутствие возгорания
G10	стеклопластик, эпоксидный состав: высокие изоляционные свойства, высочайшая прочность
G11	стеклопластик, эпоксидный состав: высокая прочность на изгиб при высоких температурах, высокая стойкость к растворителям

Прокат обозначается индексом FR (огнестойкость, стойкость к возгоранию) и G. Материал с индексом FR-1 имеет самую высокую горючесть, FR-5a - самую низкую. Материалы с индексами G10 и G11 изготовлены из высокопрочных материалов. Использование материала FR-1 не допускается. Существует множество примеров печатных плат на основе FR-1, поврежденных в результате термокомпенсации. Печатные платы этой категории больше похожи на картон. FR-4 часто используется при производстве промышленного оборудования, а FR-2 - в производстве бытовой техники. Эти две категории стандартизированы в отрасли, и печатные платы на основе FR-2 и FR-4 часто подходят для большинства приложений. Но иногда несовершенство характеристик этих категорий вынуждает использовать другие материалы. Например, для приложений с очень высокими частотами в качестве материала для печатных плат используются фторопласт и даже керамика. Однако чем экзотичнее материал печатной платы, тем выше цена.




