

PARTICULARITĂȚILE PRODUCERII CIRCUITELOR INTEGRATE FLEXIBIL-RIGIDE



**SILVIA GANGAN,
MIHAIL ROTARU,
IURIE DUBROVIN,
NICOLAE POPESCU,**

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI,
ÎNȚREPRINDEREA MIXTĂ „UZINA TOPAZ” S.A.

CIRCUITELE INTEGRATE FLEXIBIL-RIGIDE PREZINTĂ O POSIBILITATE DEOSEBIT DE INTERESANTĂ DE REZOLVARE A UNOR PROBLEME DE CONSTRUCȚIE A APARATURII ELECTRONICE. ÎN ULTIMII ANI INTERESUL FAȚĂ DE TEHNOLOGIILE FLEXIBILE A CRESCUT ENORM ȘI EXISTĂ O MULTITUDINE DE COMENZI LA PROIECTAREA ȘI FABRICAREA STRUCTURILOR DIVERSE DE CI FLEXIBIL-RIGIDE.

Popularitatea acestor circuite este predeterminată de avantajele multiple de utilizare a lor în aparatura electronică, inclusiv:

- se reduc substanțial dimensiunile de gabarit și masa produselor;
- există posibilitatea încorporării blocurilor electronice în carcasa de orice formă complicată;
- există posibilitatea de a renunța la utilizarea conectoarelor de legătură;
- se majorează fiabilitatea conexiunilor, inclusiv a aparaturii electronice;
- se simplifică montajul electronic;
- se asigură flexibilitatea dinamică a conexiunilor;
- se simplifică deservirea și cheltuielile de exploatare.

Procesul de fabricare a circuitelor integrate flexibil-rigide se deosebește foarte mult de procesul tehnologic al circuitelor imprimate rigide. În primul rând, aici se utilizează materialele absolut noi în baza poliimidului (kaptonului), particularitățile caracteristice ale cărora sunt următoarele: temperatura de presare mai înaltă, procedura de curățare a găurilor mult prea complicată, stabilitatea dimensiunilor lineare

mai redusă, fapt ce înrăutățește suprapunerea elementelor de interconexiune în structurile multistrat.

La Întreprinderea Mixtă „Uzina Topaz” S.A. a fost elaborat procesul tehnologic de fabricație a CI flexibil-rigide. Procesul este asimilat în producție, pentru serii mici și mijlocii. Dificultățile principale care au apărut în procesul de elaborare a tehnologiei țin de regimurile de presare (profil de temperatură și presiune), regimurile de găurire, precum și de efectuarea proceselor fotochimice.

O dificultate tehnologică importantă constă în apariția defectelor de fabricație sub forma incluziunilor de aer între straturi, în cursul operației de presare. Procesul de acoperire a desenului schemei cu pelicula de protecție și înmuierea stratului adeziv se declanșează la temperaturile de 120-150°C [1]. Pentru întărirea stratului adeziv sunt necesare temperaturi mai avansate – în limitele a 170-200°C. Tratamentele la temperaturi mai avansate înrăutățește proprietățile stratului adeziv, cauzează solidificarea insuficientă, însă, conduce la scăderea rigidității chimice a produsului. Defectele procesului de presare se vor evidenția ulterior, la cositorire fierbinte, în HAL. Produsele micromoleculare, nepolimerizate parțial, și incluziunile gazoase se dilată brusc la încălzire și provoacă stratificarea pachetului, deasupra comutației din cupru. De aceea, regimurile de presare prezintă o problemă de optimizare. Pentru prevenirea defectelor de acest gen, am stabilit că este necesară respectarea următoarelor condiții:

- pelicula de protecție trebuie să fie tăiată astfel, încât dimensiunile ei să fie mai mici decât dimensiunile câmpului de lucru al CI (desenului corodat) cu 3-4 mm, întrucât bulele de aer pot apărea în urma înclieirii precoce a peliculei de protecție pe muchia CI;
- straturile interioare flexibile trebuie presate în prealabil, în scopul prevenirii decalajului desenului în straturi diferite;
- înainte de presare, straturile interioare se vor usca la temperatura de 110-120°C timp de 45-60

minute, pentru prevenirea procesului de piroliză a poliimidului și stratificarea pachetului la tratamentele termice ulterioare;

- rama de cupru prevăzută pe perimetru CI flexibil pentru asigurarea stabilității dimensiunilor geometrice va avea formă fasonată sau pe alocuri filetată, pentru înlesnirea înlăturării incluziunilor gazoase din pachet.

Regimul ales este prezentat în fig. 1, iar schema procesului tehnologic asimilat în producție – în fig. 2.

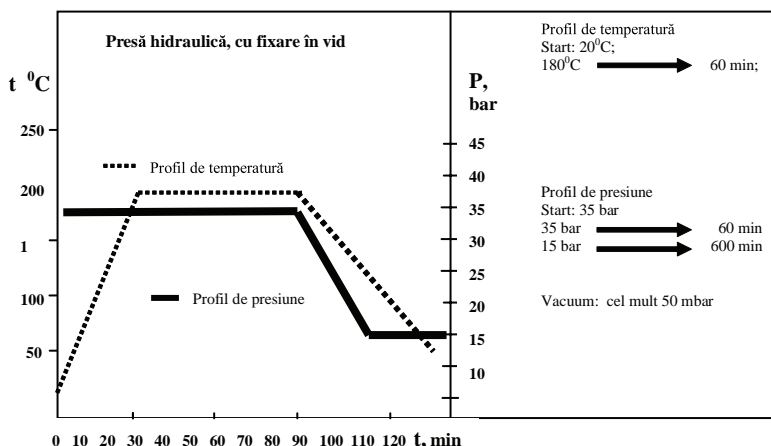


Fig. 1. Regimul de presare

Presiunea aplicată în procesul de presare a CIFR multistrat, la presa I hidraulică cu vid LAM-100 Bürkle, a fost calculată în modul următor:

$$P = \frac{2 \cdot A \cdot p}{S} [bar],$$

unde P – este presiunea de lucru; A (cm²) – aria plăcilor presate; p (kg/cm²) – presiunea specifică de suprafață (se alege valoarea maximală din toate materialele presate, în conformitate cu pdf – file); S – suprafața pistonului (314,16 cm²).

O altă problemă rezolvată a constat în alegerea regimurilor de perforare. Nerespectarea parame-

trilor de sfredelire conduce la apariția a două categorii de defecte: smulgerea materialului adeziv din pereții găurilor și deformarea peliculei de poliimid, cu formarea profilului de tipul „căciulița țintei” [2]. Când se formează „căciulița țintei”, poliimidul elimină adeziv în jurul său. Ca urmare, adezivul rămâne ulterior în găuri, în forma de dungi. Pentru circuitele integrate cu 6 straturi înălțimea setului prezintă o țagă. Când numărul de straturi este mai mic de 6, atunci simultan pot fi sfredelite 2 țagle. Regimurile alese, optime pentru CI cu 6 straturi de comutație, sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1
Parametrii de sfredelire a găurilor la strungul Shmool - Compact

Diametrul burghiului, mm	0,4-0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3-1,4	1,5
Viteza de intrare, mm/s	25	25	25	25	20	20	15
Viteza de ieșire, mm/s	99	99	99	99	99	99	99
Viteza de rotație, 1000 rot./min	60	58	48	46	43	42	42
Numărul de țagle în pachet	1	1	1	1	1	1	1

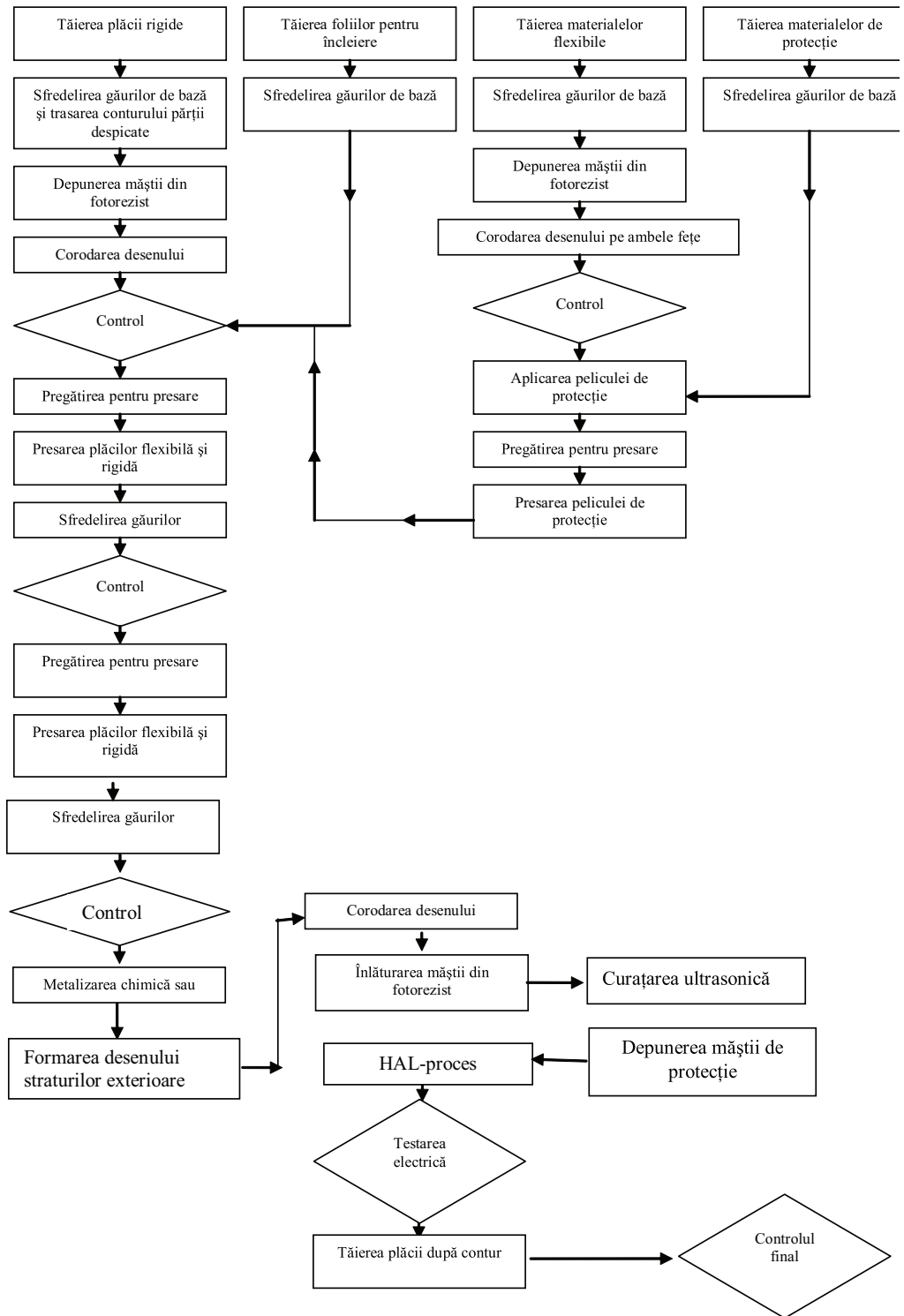


Fig. 2. Schema procesului de fabricație a CI flexibil-rigide multistrat

În fig. 3 este prezentat primul CI flexibil-rigid cu 6 straturi de comutație fabricat în Moldova, circuit care îmbină partea flexibilă și cea rigidă.

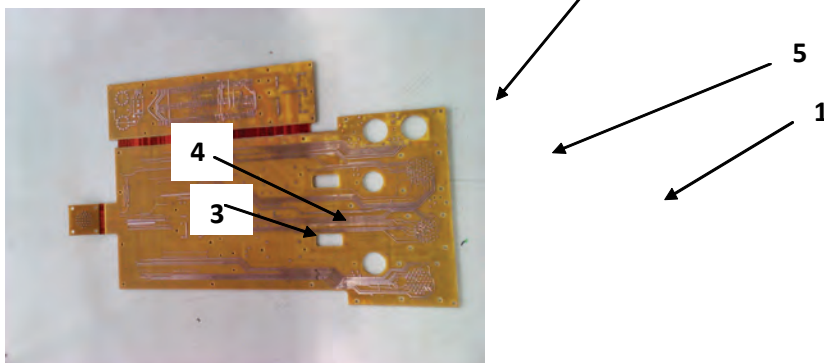


Fig. 3. CI flexibil-rigid, constituit din 3 părți rigide (1, 2, 3), unite cu 2 circuite flexibile (4, 5)

În anul 2013 au fost fabricate 9 unități CIFRM, care au fost incluse în producția-marfă a întreprinderii la un cost total de 102,6 mii lei. Costul producției similare fabricate în China ar fi de 175,5 mii lei, adică venitul net ar constitui 72,9 mii lei. CIFRM sunt constituite din câte 2 CR cu câte 6 straturi pe ambele fețe și 2 CIF cu comutația pe ambele fețe.

În prezent este perfectat un Contract de lansare în fabricație a CIFRM în anul 2014, pentru module ale sistemelor automate de dirijare, în număr de 100 unități/an la un preț de 1140 mii lei, respectiv, la un venit de 810 mii lei. Aspectul social al acestui proiect rezidă în organizarea suplimentară a 25-30 locuri de muncă, în plus, din salariul fiecărui angajat (în medie, 4900 lei lunar) vor fi defalcate la Bugetul de Stat toate impozitele preconizate de Lege, astfel contribuindu-se la realizarea sarcinilor economice asumate de guvernul nostru.

CONCLUZII

- Pentru fabricarea circuitului flexibil-rigid trebuie utilizat prepregul slab fluid, care nu se scurge în afara pachetului în procesul de presare.
- Viteza de creștere a temperaturii la presarea pachetului nu trebuie să depășească 5-7°C/min, întrucât încălzirea prea rapidă poate provoca ermetizarea prematură a marginii peliculei protectoare, fenomen care va împiedica evacuarea aerului dintre straturi.

1. Pentru înlăturarea vaporilor de apă de pe suprafețele straturilor supuse presării, înainte de presare se va aplica tratamentul termic la temperatura de $T = 80^{\circ}\text{C}$, vara – 1 oră, iarna – 2 ore.

2. Procesul de presare va decurge din start la rece ($T \leq 80^{\circ}\text{C}$), atât la presarea pachetului flexibil, cât și la presarea circuitului flexibil-rigid. Pentru evacuarea cât mai deplină a aerului dintre straturi, acțiunea vacuumului va fi pornită din start, fără aplicarea presiunii, iar în rama din cupru de pe perimetrul schemei vor fi prevăzute caneluri.

- La sfredelirea găurilor se recomandă de utilizat burghie din carborund, care permit sfredelirea calitativă până la 1500-2000 de găuri. Nu se recomandă utilizarea burghiilor reascuțite, întrucât în acest caz, în procesul de sfredelire, ele generează multă căldură ce duce la șarijul materialului.

- Pentru presarea pachetului flexibil se utilizează planșele de presă moi, iar pentru presarea pachetului flexibil-rigid – planșele de presă dure.

REFERINȚE

1. МЕДВЕДЕВ, А., д.т.н., профессор, МЫЛОВ, Г., ЛЮЛИНА, В., НАБАТОВ, Ю., СЕМЕНОВ, П., СЕРЖАНТОВ, А. *Изготовление гибких и гибко-жестких печатных плат*, Москва: Технологии в электронной промышленности, №5, 2008, стр. 32-40

2. ЛЮЛИНА, В., МЕДВЕДЕВ, А., д.т.н, профессор, МЫЛОВ, Г., НАБАТОВ, Ю., СЕМЕНОВ, П., СЕРЖАНТОВ, А., ШКУНДИНА, С. *Производство гибких плат с металлизированными отверстиями*, Москва: Технологии в электронной промышленности, №4, 2008, стр. 24-29

REZUMAT

În lucrarea dată sunt formulate avantajele utilizării circuitelor integrate flexibil-rigide pentru construirea aparaturii electronice, precum și problemele apărute la elaborarea procesului tehnologic și asimilarea lui în producție. Sunt descrise defectele tipice, care apar frecvent în procesul de fabricație, și sunt formulate recomandări pentru eliminarea acestora. De asemenea, sunt prezentate regimuri de executare a celor mai problematice operații și schema procesului tehnologic.

Cuvinte-cheie: circuit integrat (CI), flexibil, rigid, poliimid, găuri, strat, peliculă.

ABSTRACT

The present work formulates the advantages of using flexible-rigid integrated circuits for the construction of electronic equipment and problems arisen in the development of technological process and its assimilation in production. It describes typical defects that occur frequently in the manufacturing process, and formulates the recommendations for their removal. It also presents regimes for the performance of the most problematic operations and the diagram of the technological process.

Key words: integrated circuit (IC), flexible, rigid, Polyimide, holes, layer, film.