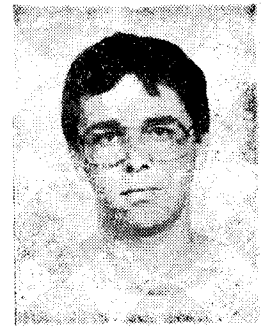


Korszerű áramköri tokok, többrétegű hordozók kerámiából

DEÁK ISTVÁN

Mikroelektronikai Vállalat



ÖSSZEFOGLALÁS

Az integrált áramkörök növekvő funkciósűrűségének, az elektronikus berendezések egyre nagyobb működési sebességének követelménye az utóbbi években új megoldásokat kényszerített ki a szerelés-tokozás területén. A korszerű technológiák meghonosítása érdekében a MEV kísérleti gyártósort állított fel, amelyen többrétegű kerámia technikával állíthatók elő különféle tokok és nagybonyolultságú vezetőlátatok.

Bevezetés

A mikroelektronika fejlődését napjainkban többek között a funkciósűrűség és a működési sebesség növekedése jellemzi. Az egyre nagyobb kivezetőszámú integrált áramkörök és a szerelési sűrűség növelésének igénye fokozott követelményeket támaszt a szerelési-tokozási technológiákkal szemben.

Az utóbbi évtizedben világszerte igen intenzíven folyt a fenti kihívásnak megfelelő toktípusok és hordozók, valamint az ezekhez illeszkedő szerelési eljárások fejlesztése.

Ennek egyik eredményeként kialakult, pontosabban fogalmazva tovább fejlődött és széles körben elterjedt a felületi szerelési technika [1, 2],* amit a hibridáramkör-gyártásban már régóta alkalmaznak. Bővült az alkatrészválaszték: megjelentek a kerámia és műanyag chip-carrierek, az SO-típusú integrált áramköri tokok és a diszkrét eszközök felületre szerelhető változatai (SOT—23, SOT—89, MELF stb.) [2, 3].

A hordozók területén a fejlődésnek két fő iránya bontakozott ki: a többrétegű kerámia és a többrétegű nyomtatott huzalozású panelek [4, 5] fejlesztése.

A korszerű szerelési-tokozási eljárások hazai meghonosítására irányuló program keretében a Mikroelektronikai Vállalat — a műanyag tokozású, felületre szerelhető alkatrészek gyártásának bevezetése és egy, az MHE-vel közösen létesített felületszerelési mintalabor felállítása mellett — az elmúlt két évben a KÓPORC-cal kooperálva a ma legkorszerűbbnek számító többrétegű kerámia technológia bevezetését célzó fejlesztést hajtott végre és hamarosan megkezdte e termékek kísérleti gyártását.

*A téma irodalma rendkívül gazdag; részletes ismertetősemeghaladja e cikk kereteit, ezért itt csak a két legátfogóbb magyar nyelvű cikkre utalunk.

Beérkezett: 1987. III. 21. (†)

DEÁK ISTVÁN

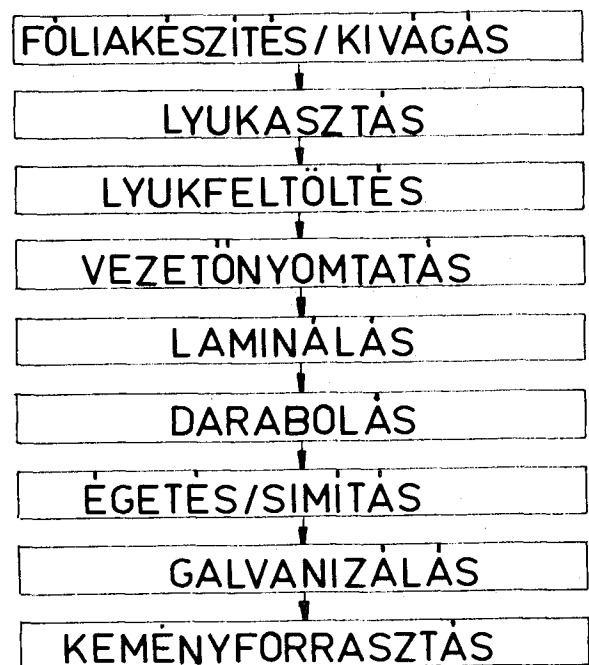
Diplomáját 1978-ban szerezte meg a BME Villamosmérnöki Karának Híradástechnika Szakán, majd ugyanitt két éves nappali szakmérnökképzésen

vett részt. 1978 óta a Mikroelektronikai Vállalat Hibridáramkör Ágátán dolgozik, jelenlegi tématerülete a többrétegű kerámia hordozók és tokrendszerek fejlesztése és gyártása.

A többrétegű kerámia technológia

Az eljárás alapja tulajdonképpen nem teljesen új, így készülnek a régóta jól ismert kerámia DIL-tokok. A 70-es évek második felétől az alaptechnológiát az IBM fejlesztette tovább azzal a céllal, hogy igen nagy sűrűségű, nagyon megbízható vezetőlátatokat hozzon létre. Az eredmény az 1981-ben az IBM 3081 típusú számítógéphez készített ún. Thermal Conduction Module [6], amelyben 90×90 mm méretű, 33 rétegű kerámiahordozón 118 LSI chipet helyeztek el; a kivezetések száma 1800, ami jól érzékelteti a technológiában rejlő műszaki lehetőségeket.

Az alapstruktúra igen egyszerű: a fém vezetőpályák egymás fölött helyezkednek el, az egyes



H 264-1

1. ábra. A többrétegű kerámia technológia folyamat-ábrája

vezetősíkokat vékony kerámiarétegek (pontosabban: fóliák) választják el egymástól. A különböző szinteken lévő vezetékek között a szükséges átkötéseket a kerámián kialakított, fémmel feltöltött lyukakon keresztül oldják meg.

A gyártási folyamat lépései az 1. ábrán követhetők nyomon.

Nyerskerámia-fólia készítése

A kerámiafóliát alumíniumoxid-porból, szerves kötőanyagokból, oldószerekből és különféle adalékanyagokból álló zagyból készítik legtöbbször öntéssel vagy hengerléssel. Kiszáradás után 0,1—1 mm vastagságú, alumíniumoxid szemcsékkel telített műanyagfóliát kapunk, ami puha, papírszerűen hajlékony és könnyen megmunkálható.

Kiégetéskor a kötőanyagok eltávoznak és a fólia zsugorodik, ezért az alkotórészek arányát úgy kell megválasztani, hogy a kerámia és a vezetőrétegek anyagának zsugorodása illeszkedjen egymáshoz.

A kész fóliából szabványos méretű, helyezőlyukakkal ellátott lapokat vágnak ki; e helyezőlyukak biztosítják a további műveletek során a pontos illesztést az egyes gyártóberendezéseken és a rétegek egymáshoz való pozicionálását.

A nyers fóliát a MEV számára a KŐPORC készíti öntőses eljárással és 140×140 mm-es, helyezőlyukakkal ellátott lapok formájában szállítja. A vastagság az alkalmazástól függően változhat, leggyakrabban 0,3—0,8 mm közötti.

Lyukasztás

E művelet célja az egyes vezetősíkok közötti átkötésekhez szükséges lyukak, a chip-carrierek szélén levő hornyok, illetve a tokokban a chipet befogadó üregek kialakítása a nyers fóliákon. Az átvezetőlyukak átmérője rendszerint 0,2 mm.

Tömeggyártás esetén az egy fólián szükséges lyukakat gyakran egyszerre készítik el egy külön, az adott fóliához tervezett, több lyukasztóból álló szerszámmal.

Kisebb sorozatoknál ez nem kifizetődő, ilyenkor egy programvezérlésű lyukasztógép egyenként hozza létre a lyukakat. A MEV is ezt a módszert használja, amely kevésbé termelékeny ugyan (1 s alatt 2 lyukasztás), de rugalmasan változtatható a lyukasztási ábra.

Az ilyen célra használt berendezések lyukasztási pontosságával szemben támasztott követelmények az előforduló legkisebb lyukátmérettől és a maximális rétegszámtól függenek; általában 5—10 μm az elvárás.

Lyukfeltöltés

Az átvezetésre szolgáló lyukakat vezetőanyaggal kell feltölteni. Ez a vastagréteg-technikában megszokott szitanyomtatással történik, de fémmaszkon keresztül, volfrám-, vagy molibdénpasztával. (Ez a két fém viseli el a kerámia 1600 °C körüli szinterelési hőmérsékletét.) Mivel a lyukfeltöltéskor nem vékony vezetőrétegek jönnek létre, mint a vezetőhálózat nyomtatásakor, hanem a lyukmérettől függő, viszonylag nagy vezető „dugók”,

ezek zsugorodását illeszteni kell a kerámia zsugorodásához, ami a paszta fémtartalmának növelésével érhető el.

A vezetőhálózat nyomtatása

Ennél a lépésnél a vastagréteg-technika szitanyomtatási eljárását használjuk minden változtatás nélkül. A különbség a MEV-ben folyó vastagréteg-gyártáshoz képest annyi, hogy a megszokottnál kb. 7-szer nagyobb felületre kell nyomtatni, ami a technológiai paraméterek nagyon gondos kézbe tartását igényli.

Az eddigi műveletek során a később a termék egyes rétegeit alkotó fóliák egymástól függetlenül kezelhetők, ami a kihozatal szempontjából nagyon kedvező. Így ugyanis alapos (vizuális) ellenőrzéssel biztosítható, hogy a további műveletekben csak jó fóliákat használjunk. Ez az egyik fő oka annak, hogy a többrétegű kerámia technológiával olyan nagy rétegszámú struktúrák készíthetők. A vastagréteg technikával létrehozott sokrétegű szerkezeteknél pl., ahol az egyes vezető, ill. szigetelőrétegeket mindig a megelőzően készített, már beégetett rétegekre nyomtatják, egy, a gyártás végén elkövetett nyomtatási hiba következtében az egész addigi munka kárba veszik.

Laminálás

A laminálás a különböző vezetőábrákat hordozó nyerskerámia-fóliák egyetlen, a későbbiekben már megbonthatatlan modullá préselésére szolgáló művelet.

Több szempontból is rendkívül kritikus lépés:

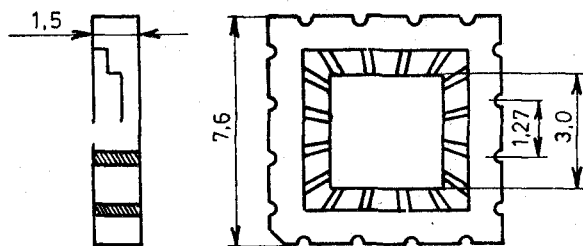
- A fóliákat préselés előtt a megfelelő sorrendben és helyzetben egymásra kell helyezni és olyan pontosan pozicionálni, hogy az átmenő lyukak találkozzanak. Ez rendkívüli figyelmet és gondosságot igényel; ha itt hibázunk, akkor biztosan selejt lesz a termék.
- Préseléskor a nyomásnak a modulon egyenletesen kell eloszlani, ellenkező esetben a sűrűség inhomogénné válik, ami inhomogén zsugorodást eredményez.
- A rétegek között nem maradhat levegőzárvány, mert különben égetéskor a modul szétrobban vagy felhólyagosodik.

Préseléskor megfelelő szerszámmal meg kell akadályozni, hogy a tokok üregei összenyomódjanak.

Darabolás

A már összepréselt, de még nyers modult, amely a tokokból vagy vezetőhálózatokból — azok méretétől függően — többet, akár több százat is tartalmazhat, égetés előtt lehet szét darabolni, vagy úgy bevagdostni, hogy égetés után szétördelhető legyen.

A darabolás pontossága szabja meg — közben tartott zsugorodás esetén — a kész termék méretének pontosságát.



H 264-2

2. ábra. Kivezető lábak nélküli kerámia chip-carrier

Égetés

Az égetés a technológia legkényesebb művelete. Nedves H_2 és N_2 keverékből álló atmoszférában történik, pontosan meghatározott hőprofil szerint.

A kezdeti szakaszban távoznak el a modulból a szerves anyagok, itt ügyelni kell arra, hogy a fel-fűtés kellően lassú legyen, nehogy a folyamat túl hevesen menjen végbe. A csúcshőmérséklettől és a hőtartás idejétől nagymértékben függ a zsugorodás. A lehűtési szakaszban arra kell vigyázni, nehogy a túl gyors hűlés közben feszültségek épüljenek be a kerámiába.

Fontos paraméter még a H_2/N_2 keverék aránya és mennyisége, valamint a nedvesítés mértéke is.

Az égetési ciklus hossza termékfajtánként változó lehet, pl. nem mindegy az sem, hogy milyen vastag a modul.

Simítás

Az égetés során a kerámia kismértékben vetemedhet, síklapúsága elromolhat. Ilyenkor az égetési csúcshőmérsékletnél alacsonyabb hőfokon súlyok között kisimítható. Tapasztalataink szerint a vetemedés legtöbbször csekély, így a kisméretű termékeknél nem okoz különösebb gondot.

Galvanizálás

A kiégetett kerámián levő W vagy Mo fémezés nem forrasztható és a chipek ultrahangos vagy termokompressziós huzalkötéssel való kontaktálására sem alkalmas. Forraszthatóvá nikkelezéssel és esetleg aranyozással, huzalköthetővé aranyozással tehető, ami galvanizálással történik.

Keményforrasztás

A kivezetővel készülő tokokra a kivezetőket keményforrasztással lehet felszerelni, ez redukáló atmoszférában történik.

A többrétegű kerámia technológiával gyártható főbb terméktípusok

Mint az eddigiekből látható, a többrétegű kerámia technológia egyaránt alkalmas különféle hermetikus tokok és nagybonyolultságú vezetőlátatok előállítására. A gyártás rugalmassága miatt könnyű a típusváltás, a viszonylag csekély felszerszámozási költségek következtében kisebb sorozatok is gaz-

daságosan gyárthatók. Így elvben lehetőség nyílik a mindenkor felhasználók igényeinek megfelelő „alkalmazás-orientált” termékek készítésére. Az alábbiakban szereplő felsorolás a legfontosabb termékcsaládok rövid bemutatására szolgál.

DIL tokok

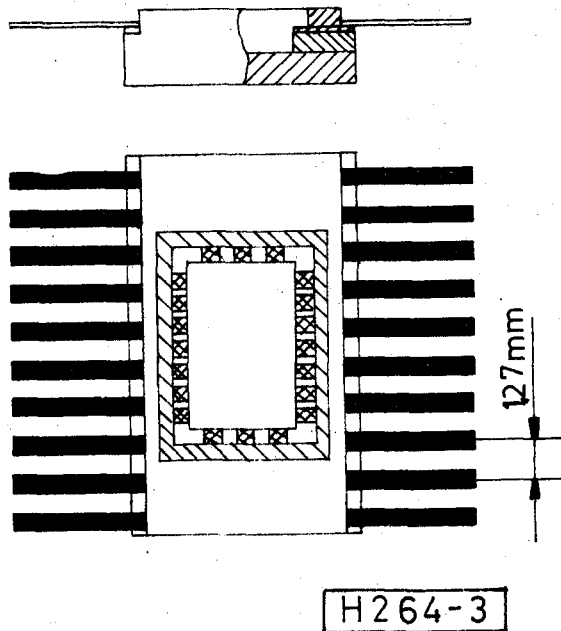
A mindenki által jól ismert, hagyományos kerámia IC-tokok 2,54 mm-es kivezetőtávolsággal készülnek. Helyigényük nagy a chipmérethez képest, 40 kivezető felett már kifejezetten rossz a helykihasználásuk. Felhasználásuk aránya csökkenő tendenciát mutat, nagy méretük miatt áruk aránytalanul magas.

Chip-carrierek

A chip-carrierek kisméretű, kivezető lábak nélküli tokok (2. ábra). A kivezetések négyoldalt elhelyezett, fémezett hornyokkal, vagy a tok alján négyoldalt elhelyezkedő forrasztási felületekkel vannak megoldva. A kivezetések tipikus távolsága 1,27 mm, de lehet ennek a fele is.

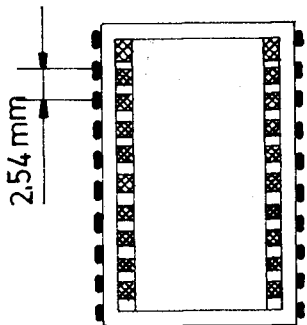
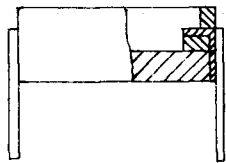
Jó helykihasználásuk lehetővé teszi nagy kivezető számú típusaik gazdaságos alkalmazását, kb. 100 kivezetési pontig.

Felhasználásuk körét némileg korlátozza a kerámia és a hagyományos nyomtatott áramkörti lemezek különböző mértékű hőtágulása. Kb. 40 kivezető felett ennek hatására a felületre szerelt tokok leválhatnak a hordozóról, a forrasztások meghibásodhatnak. Ennek elkerülésére fejlesztették ki a kerámia chip-carrierek fém kivezetőkkel ellátott változatait [7], ahol a deformációkat a rugalmas kivezetőrendszer veszi fel, és a különböző fémbevetés szendvicsszerkezetű nyomtatott huza-lozású lemezeket [4, 5], amelyek hőtágulását sikerült illeszteni a kerámiához.



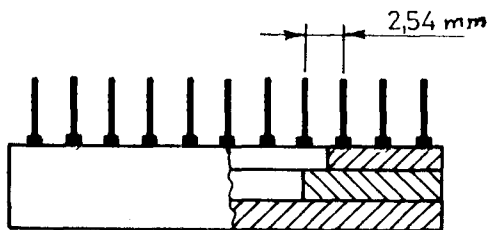
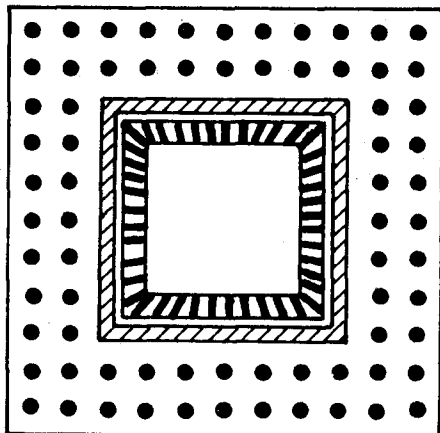
H 264-3

3. ábra. Flat-pack tok



H264-4

4. ábra. Hibrid tok

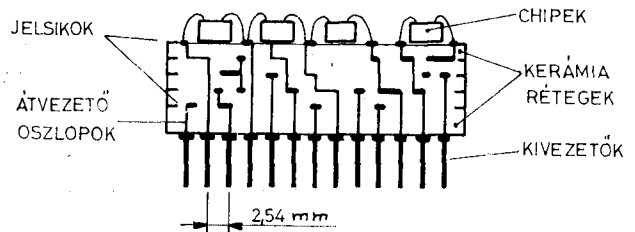


H264-5

5. ábra. Többretegű áramkört modul

Flat-pack tokok

A flat-pack tokokat (3. ábra) az jellemzi, hogy kivezetéseik a tok síkjában helyezkednek el, akár



H264-6

6. ábra. Pin-grid tok

két, akár négy oldalon, kivezető távolságuk általában 1,27 mm.

Hibrid tokok

E toktípus általában a DIL tokhoz hasonlít, kivezetői kétoldalt helyezkednek el 2,54 mm-es rászterben (4. ábra). Szélessége azonban lényegesen nagyobb a DIL tokénál és az üreg akkora, hogy abba egy hibridáramkörti lapka behelyezhető legyen.

Többretegű áramkörti modulok

Az előző fejezetben már említett többretegű áramkörti modulok (5. ábra) ma a legkorszerűbb hibridáramköröknek számítanak. A többretegű kerámia technikával kialakított vezetőlátozatra az aktív és passzív alkatrészeket forrasztással vagy ragasztással ültetik be, a chipet chip-carrierbe tokozva, vagy tokozatlanul, huzalkötéssel kötik be.

Az utóbbi esetben érhető el a legnagyobb szerelési sűrűség, de ilyenkor gondoskodni kell a chip védelméről is. Erre elterjedt módszer a tok és a többretegű modul kombinálása, amikor is a tok alja több kerámiarétegből áll és magába foglalja a szükséges vezetőlátozatot.

Pin Grid tokok

A pin grid, vagy mátrix-kivezetésű tokokon (6. ábra) a kör keresztmetszetű kivezető csapok egy 2,54 mm rászterű négyzetháló rácspontjaiban helyezkednek el. A kivezetőszám így arányos lehet a tok által elfoglalt felülettel, ezért a legtöbb kivezetőjű chipet tokozására használják.

A MEV-ben folyó próbauzemelés során eddig egy 68 kivezetős chip-carrier típus mintapéldányai készültek el. Jelenleg egy 4 rétegű vezetőlátozatot tartalmazó 12 bites A/D konverter és egy 28 kivezetésű flat-pack tok fejlesztési munkái folynak; 1988-ra tervezzük egy standard chip-carrier család kifejlesztését, 1989-re pedig a pin grid tokok gyártásának megkezdését.

Összegezés

A felületi szerelési mintalabor felállítását és a műanyag tokozású felületre szerelhető alkatrészek gyártásának megkezdését követően a többretegű kerámia technológia hazai bevezetésével a MEV újabb lépést tett a korszerű szerelési-tokozási eljárások meghonosítása érdekében.

A felállított kísérleti gyártósor egyaránt alkalmas a legkülönbözőbb hermetikus kerámiatokok, illetve nagybonyolultságú többrétegű áramköri modulok előállítására.

IRODALOM

- [1] A felületszerelés technológiája, tervezési módszerei, termelőeszközei. MHE-kiadvány, 1985.
- [2] *Dr. O. Hintringer—W. Maiwald*: Bevezetés a felületi szereléstechológiába. Finommechanika—Mikrotechnika, 1986/8—9. szám, 226. o.
- [3] *Dr. Ripka Gábor*: Felületre szerelhető aktív diszkrét alkatrészek és integrált áramkörök. Finommechanika—Mikrotechnika, 1986/8—9. szám, 239. o.

- [4] *L. J. Boccia*: Printed Wiring Boards with Copper-Invar—Copper. Proc. of the Technical Program, National Electronic Packaging and Production conference, Anaheim, USA 1986. febr. 25—27, 689. o.
- [5] *Osváth István*: Fémbetétes többrétegű nyomtatott huzalozású lapok kivezető nélküli kerámia chip-carrierekhez. Finommechanika—Mikrotechnika, 1986/8—9. szám, 268. o.
- [6] *A. J. Bladgett—D. R. Barbour*: Thermal Conduction Module: A High-Performance Multilayer Ceramic Package. IBM Journal of Research and Development, 1982. jan, 30. o.
- [7] *J. W. Stafford*: Chip-carriers—Their Application and Future Direction. Components, Hybrids and Manufacturing Technology 1981. június 195. o.