

Szilíciumkondenzátorok

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök, madarasz@3lan.hu

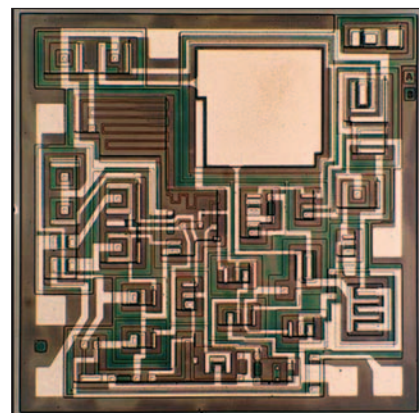
Az első integrált áramkörök digitálisak voltak, csak később jelentek meg az analóg csipek. Az analóg áramkörök gyakori eleme a kondenzátor, így már az IC-k korai fejlesztési szakaszában meg kellett oldani a kapacitás kialakítását a csip felületén. Innen indul a szilíciumkondenzátorok története, ami mára már önálló, különleges tulajdonságokkal rendelkező kondenzátorok gyártásáig is eljutott.

A legelső integrált áramkörök digitális IC-k voltak, olyan kapcsolási megoldások monolitikus változatai, melyekben csak tranzisztorok és ellenállások fordultak elő. Az 1960-as évek közepén fejlesztették ki az első analóg IC-eket, ezek feszültségstabilizátorok, komparátorok, erősítők, műveleti erősítők voltak. Az analóg kapcsolástechnika sok különféle célra alkalmaz kondenzátorokat, csatolóelemként, szűrőtagban, hangolásra. Így elkerülhetetlen volt, hogy az analóg csipekben is megjelenjenek a kapacitások.

Eleinte úgy kerülték el a beintegrált kapacitást, hogy az alkalmazáskor külső elemként kellett kondenzátorokat csatlakoztatni, így pl. a műveleti erősítőkhöz – pl. a uA709-hez is – a kompenzáló kapacitást. Az első, beintegrált kompenzáló kapacitással készült integrált műveleti erősítő az ezután kifejlesztett 741 volt (szá-

mos gyártó készítette, pl. a National Semiconductor LM741 típusjellel, a Fairchild uA741 jelzéssel, a Texas Instruments UA741 felirattal). Az IC belső kapcsolási rajza az 1. ábrán látható (a lábszámozás a kerek fémtoknak, ill. a DIL-8 tokozásnak megfelelő). A 30 pF-os kompenzáló kapacitáson kívül láthatóan nincs benne kondenzátor. A kondenzátor beépítésének azonban kellemetlen következménye, hogy jelentősen megnövelte a csip felületét. A 2. ábrán mutatjuk be a Fairchild uA741 csipfotóját, a felső részén, a középtől jobbra látható az igen nagy kiterjedésű kondenzátor.

A 30 pF-os kondenzátor nemcsak a frekvenciamenetet állítja be, hanem a kimeneti jel legnagyobb meredekségét (Slew Rate) is (kb. 0,6 V/us értékben). A beintegrált kapacitás nyilvánvaló előnye, hogy a kompenzáláshoz

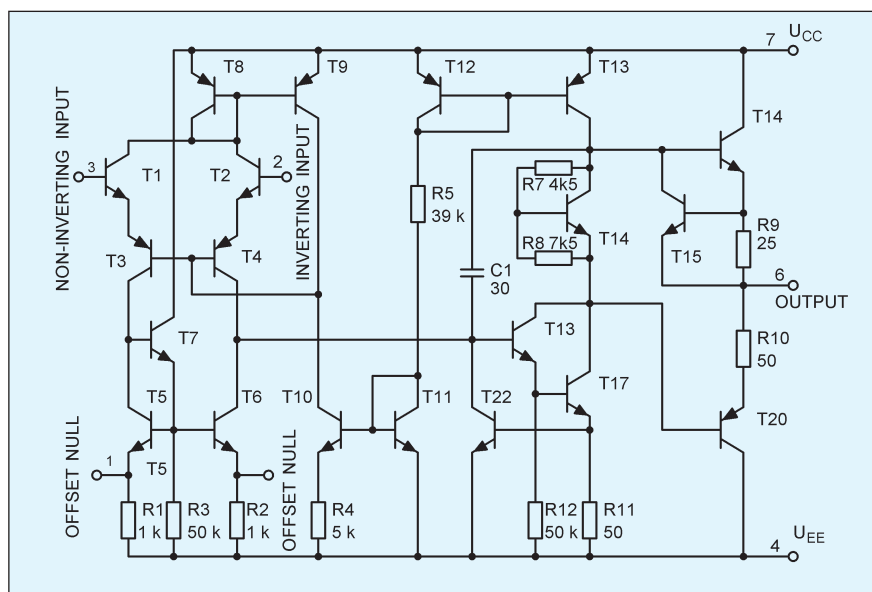


2. ábra

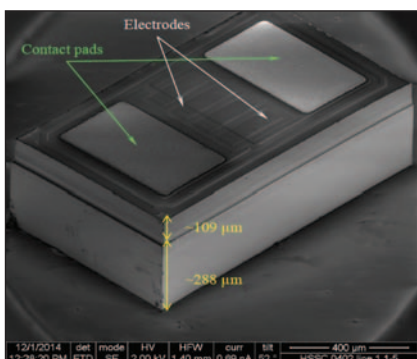
nincs szükség külső alkatrészre, ez leegyszerűsíti az alkalmazást és csökkenti az IC lábszámát. A 741-et így tudták megjelenésekor 8 lábú tokozással gyártani. Hátránya, hogy a gyártáskor eldől, hogy milyen kapcsolási megoldásokban stabil a műveleti erősítő működése. Ez a gyakorlatban alacsonyabb határfrekvenciát, kisebb jelmeredekséget jelent, mint amit külső kondenzátor alkalmazásával el szoktak érni.

A hátrányok kiküszöbölésére kezdtek el nemsokára a uA748 gyártását, ami lényegében megegyezik a 741-gyel, csak nincs benne a belső kompenzáló kapacitás. Így viszont pontosabban beállítható a műveleti erősítő az adott alkalmazáshoz. A kompenzáció tervezését a gyártók diagramokkal, tervezési segédletekkel segítették.

A belső kapacitások kialakításának technikája sokat finomodott az évtizedek során. Így vált megvalósíthatóvá pl. a Microchip sok mikrovezérlő-típusánál a beintegrált, kapcsolt kondenzátorokkal működő D/A, később a kapcsolt kondenzátoros DC/DC konverter.



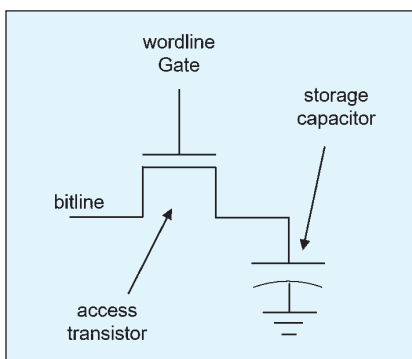
1. ábra



3. ábra

A csip felületén a két, szigetelőréteggel elválasztott vezető felület kialakítása a szokásos mikroelektronikai gyártási lépésekkel megoldható. Így vetődött fel az az ötlet, hogy önálló, diszkrét alkatrészként készítsenek ezzel a technikával szilíciumkondenzátorokat. Ma az így kialakított alkatrészeket *vékonyfilm szilícium kondenzátor* (Thin-Film Silicon Capacitor, SiTF) néven forgalmazzák. A 3. ábrán látható egy SiTF felszíne, még tokozatlanul.

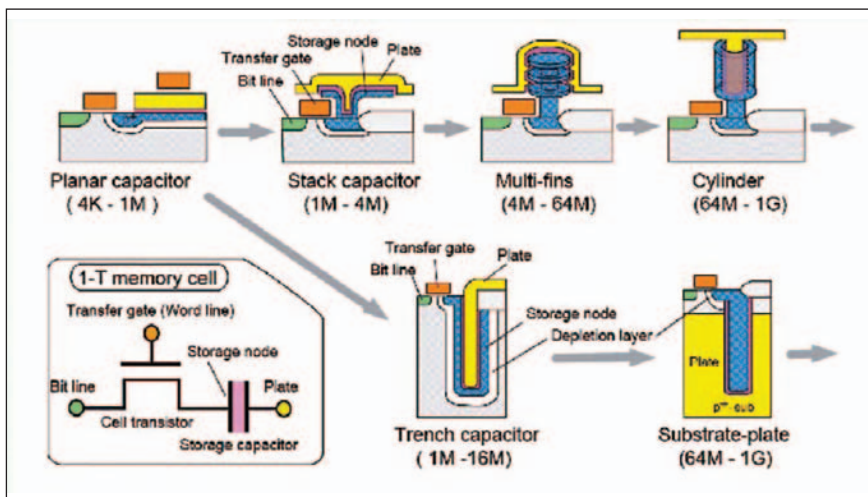
Az első műveleti erősítők fejlesztésekor, az 1965-ös évek közepén még nem jelentett problémát a belső kondenzátor által elfoglalt jelentős csipterület. A 2000-es évek elején, a kapcsolt kondenzátoros belső áramköröket tartalmazó mikrovezérlőknél már figyelniük kellett a gyártóknak a csipfelület méretének alakulására. De igazán komoly problémát a belső kapacitások egy másik áramkörsoportnál jelentettek, a DRAM-oknál.



4. ábra

A DRAM áramkörök máig a legnagyobb elemsűrűségű memória IC-k. Ezt annak köszönhetik, hogy egy-egy bit tárolására mindössze egy tranzisztort és egy kis kondenzátort használnak, a bitcella egyszerű felépítésű (4. ábra). Természetesen csak beintegrált kapacitások jöhetnek szóba a DRAM gyártásakor, így lényegében a kondenzátor mérete határozza meg a korai DRAM csipek felületének nagyságát.

Tudjuk, hogy a nagyintegrált-ságú (LSI) áramkörök fejlesztését erőltetett ütemben végzik a gyártók, jórészt a beintegrált tranzisztorok számának exponenciális növelését jelző (kikövetelő?) Moore-törvény hatására, és nem mellékesen a felhasználói igények állandó növekedése miatt. A legnagyobb elemsűrűségű áramkörök pedig éppen a DRAM-ok, itt is folyamatosan növelni kell a csip egységnyi felületén kiképzett bitcellák számát.



5. ábra

Elköszönő gondolatok

Egyetlen dolog állandó a világon: a változás!

Negyvenhat év után a legszebb dolgok is megfakulhatnak az idő homályában? Nem, inkább az életévek növekvő száma, a tapasztalatok könyörtelen sűrűsödése és az idő felettébb való felgyorsulásának képzelete okozza a korábbi csodák csillogásának csökkenését.

Elmondhatom, oly korban szerkeszthettem lapot én, mikor az évtizedek olyan nagy változásokat hoztak, milyenek korábban évszázadok alatt sem zajlottak.

Elektroncső - tranzisztor - IC, forrléc - furat- és felületszerelés, analóg - digitális technika és sorolhatnám... Mindezek úgy három emberöltő eredményei és történései. Bizony, nehéz tudomásul venni, hogy **a jövőben a változás már soha nem lesz olyan lassú, mint amilyen most!**

A ma új nemzedékeinek ezzel kell szembenéznük. Sokan féltik őket, pedig nem kellene! Csupán „csak” arra kell majd ügyelniük, hogy kézben tartsák a robotizáció és a mesterséges intelligencia fejleményeit. De...

ezek már egy szép, új világ történései lesznek.

Békei Ferenc / -5q- / HA5KU