

# Szigetelő alapú, vastagréteg integrált áramkörök ellenállásainak értékbeállítása és annak technológiai feltételei

ETO 621.3.049.7-111:621.316.8.002.29

A vastagréteg hibridek ellenállásainak gyártása folyamán a szükséges névleges ellenállásértékek eléréseig jelenleg számos, előre nem mindig kalkulálható paraméter megváltozása korlátozza a pontos érték tartást. Az áramköri követelmények viszont legtöbbször olyan szigorúak, hogy egy névleges érték szórását néhány %-ra, vagy ez alá kell szorítani. Ha az áramköri igény meghaladja a mai technológiával gyártott ellenállások természetes szórását az utólagos értékbeállításra mindenképp szükség van; hasonlóan mint a klasszikus diszkrét ellenállások esetében is.

Az áramköri követelmények szerinti tűrésintervallumokat három, de nem teljesen elkülönülő csoportra lehet osztani:

- laza tűrést megengedő ( $\geq \pm 20\%$ ),
- közepes tűrést igénylő ( $\pm 5-20\%$  között),
- precíziós tűrést követelő ( $\leq \pm 5\%$ )

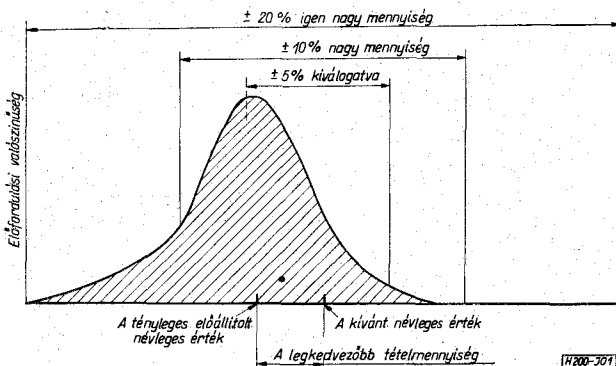
ellenállások előállítására lehet szükség.

Az első csoport ellenállásai megfelelő technológiai szigorítások mellett, utólagos értékbeállítás nélkül gyárthatóak.

Közepes tűrésigény esetén gazdaságossági szempontok alapján kell eldönteni, hogy válogatást, vagy értékbeállítást alkalmazunk.

Ha a szigorú áramköri követelmények precíziós tűrést követelnek meg, az utólagos értékbeállítás elengedhetetlenül szükség van.

Annak bemutatására, hogy mennyire kevés a megfelelő elemek száma — szűk tűrés esetén, értékbeállítás nélküli ellenállásokból válogatva — az 1. ábra szolgál.



1. ábra

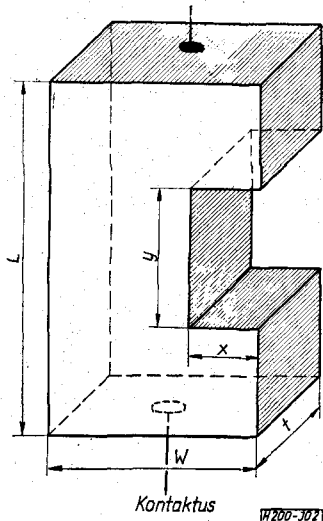
A tervezett topológiákból kiindulva a paszták fajlagos ellenállásainak 10%-os tűrésein kívül, a maszk tűrése, az alkalmazott szita minősége, a nyomtatás paraméterei, a szubsztrátum egyenetlenségei, majd a beégetési művelet miatti értékváltozásokkal kell számolni. Ezek korrekciója — a szigorú technológiai előírások betartása mellett — olyan értékbeállítási változatok alkalmazása, amelyek a legoptimálisabb feltételeket biztosítják az adott névleges érték eléréséhez.

Jelenleg kétféle beállítási módszert alkalmaznak világszerte, a levegő koptatásos és a laser-sugaras technológiát.

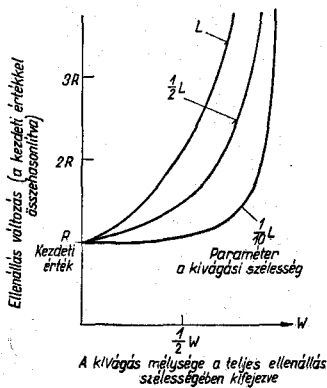
A kettő közül is ma még elterjedtebb a levegőkoptatásos változat. Ennél az eljárásnál nagy keménységű korund-por ( $Al_2O_3$ ), 3-4 atm nyomású sűrített levegővel — mint hordozóval — nagy sebességű sugár alakjában a szubsztrátum egy ellenállásának kitértetett helyére irányítanak. A sugár kinetikus energiája felületi eróziót létrehozva, eltávolítja onnan a nem kívánt felületet. Az értéknövekedést egy hidáramkör és annak elektronikus indikátora méri, a hidkiegyenlítés pillanatában létrehozva a beavatkozó elektromos jelet, elzárva ezzel a fúvóka csövetekének elektromágneses szelepét. Az eljárással max 50-75 mm/perc beállítási sebesség érhető el. Ezt az értéket azonban nem szokás megközelíteni. A berendezés időállandójából adódó késés ugyanis elérheti az 50 msec körüli értéket, ez pedig 75 mm/perc vágási sebességet és 1,25 mm ellenállás-szélességet feltételezve egyszerű keresztirányú vágásnál 10% körüli túllövést eredményezhet. E káros jelenség a vágási sebesség mérséklésével, valamint a túllövés tapasztalati úton való megbecslése utáni elektromos korrekcióval kiküszöbölhető.

Vállalatunknál is levegőkoptatásos technológiát alkalmazunk. Gyártási tapasztalataink, mérési eredményeink a HIKI által kifejlesztett CG 040 típusú értékbeállító automatára vonatkoznak.

A laser-sugaras beállítás a legfejlettebb technológiát jelenti. Magáról a módszerről ma még csak irodalmi tájékoztatásaink vannak. Előnyeként említik az igen nagy vágási sebességet (75-100 mm/sec.), a sugár jó irányíthatóságát. Komoly előnyt jelent a dinamikus beállítás lehetősége, amikor is az adott hibridáramkör üzemi körülményeit leutánozva, annak működését figyelik pl.: egy kitértetett ellenállás beállításközbeni értéknövekedésének függvényében. A laser-sugaras módszer fő hátránya viszont az igen magas beszerzési és fenntartási költség, amely igen nagy darabszámok esetén válhat csak gazdaságossá.



2. ábra



3. ábra

Az ellenállások értéke az ismert ellenállás formula valamelyik változójának befolyásolásával állítható be:

$$R = \frac{\rho}{t} \cdot \frac{L}{W}$$

Ahol  $\rho$  a paszta fajlagos ellenállása,  $t$  a bevonat vastagsága,  $L$  a bevonat hossza,  $W$  az ellenállás szélessége. Ezekből:  $\rho/t$  a bevonat fajlagos ellenállása,  $L/W$  a hosszúság-szélesség viszony.

Az előző összefüggésből kiindulva és alkalmazva azt egy idealizált ellenállásgeometria értékváltoztatásának leegyszerűsített számítására, az alábbiakat kapjuk (2. ábra).

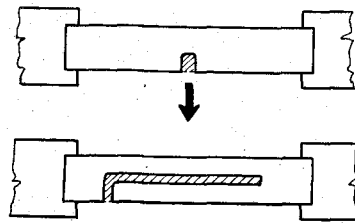
A két ohmos kontaktuson mérhető ellenállás:

$$R \approx \frac{\rho}{t} \left( \frac{J}{W-x} + \frac{L-J}{W} \right)$$

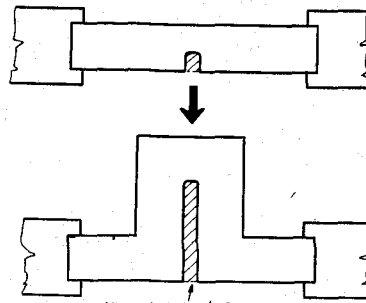
Az összefüggés a kivágás mélységének „X”-nek függvényében, a többi változót konstansnak feltételezve, hiperbolikus jellegű ellenállásnövekedést mutat.

Minősítő hálózatok ellenállásain kísérleti értékbeállításokat végeztünk, a mérési eredményeket ábrázoltuk (3. ábra).

Nagy  $\frac{L}{W}$  esetén keskeny kivágás helyett „L” alakú kimunkálás

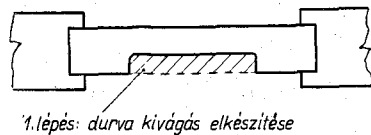


Nagy  $\frac{L}{W}$  esetén cylinder geometriára is tehet tervezni

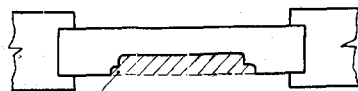


Kikoptatott térfogat

4. ábra



1.lépés: durva kivágás elkészítése



2.lépés: az öregítés utáni finom kivágással az R végleges beállítása

5. ábra

Látható, hogy keskeny kivágás esetén  $\left(y \leq \frac{L}{10}\right)$  egyre közeledve az ellenállás széléhez ( $X \rightarrow W$ ) az ellenállásváltozás meredeksége igen nagy. Ilyen esetben a beállítás pontos reprodukálhatósága a „túl-lövés” miatt igen bizonytalan lehet, amelyet egyéb kedvezőtlen paraméterváltozások követnek.

A fennmaradó kis keresztmetszeten az igénybevitel során az áramsűrűség nagymértékben megnövekszik, disszipációs góc keletkezik, az ellenállás terhelhetősége lecsökken, értéke időben instabillá válhat, TK és zaj növekedés léphet fel.

A konstruktőrnek a feladata ezek figyelembevétele és a legoptimálisabb geometria alkalmazása.

Kedvezőbb kiindulási feltételek érhetőek el, ha ezekre lehetőség van kisebb  $\frac{L}{W}$ , vagy ún. „cylinder” geometria alkalmazásával. Ha a beállító berendezés

## JÁMBOR O.: VASTAGRÉTEG ELLENÁLLÁSOK ÉRTÉKBEÁLLÍTÁSA

$X$ — $Y$  irányú előtolással is rendelkezik, megfelelően kis átmérőjű (0,2 mm) fúvóka furat esetén  $L$  alakú kivágást is alkalmazhatunk (4. ábra).

A gyakorlatban max 5:1, ill. 1:5  $L$ — $W$  viszonyt alkalmazunk, az  $L$  és  $W$  minimális értéke 1—1,25 mm közötti, egyszerű keresztirányú koptatásnál legfeljebb 30—40%-os ellenállásnövekedést engedhetünk meg.

Nagy precízitású értékbeállítások esetén további finomítások lehetnek szükségesek. Ha erre a berendezés mérő-beavatkozó elektronikája alkalmas, a mű-

velet két lépésre bontható, az elsőben a névleges értéket annak  $-1$ ,  $-2\%$ -ra közelíthetjük meg, majd 24 órás pihentetés után az ábra szerinti második lépésben a végleges érték nagy pontossággal beállítható (5. ábra).

Igen nagy pontossággal állítható be két ellenállás azonos értékűre, amikor az ún. hányados trimmelést alkalmazzuk.

A módszernél az egyik ellenállás az etalon, és ehhez abszolút értékre hozzáállítjuk a tőle alacsonyabb értékűre gyártott másik elemet.

---