

A mérés célja: az úgynevezett „pin in paste” (továbbiakban PIP) forrasztási technológia megismerése.

A mérési feladat: furatszerelt alkatrészek forrasztott kötéseinek létrehozása PIP technológiával. Az elkészült kötések elektromos mérése és optikai minősítése.

A mérés elvégzésével megszerezhető képességek: a félautomata stencilnyomtató berendezés és a kényszerkonvekciós újraömlesztő kemence működésének megismerése, illetve a PIP technológia gyakorlati alkalmazásának elsajátítása.

A mérés során felmerülő fogalmak rövid meghatározása

Furatszerelt alkatrész

A furatszerelt alkatrészek hajlékony vagy merev kivezetésekkel rendelkeznek. A hajlékony kivezetéseket a furatok helyzetének megfelelően méretre vágják és hajlítják. A merev kivezetésű alkatrészek lábkiosztása kötött. A kivezetéseket a szerelőlemez furataiba illesztik és a másik oldalon forrasztják. Ezért megkülönböztetünk alkatrész- és forrasztási oldalt.

Stencil

A stencil keretre feszített vékony lemez, melyen az alkatrészek forrasztására szolgáló felületeknek megfelelően ablakokat (apertúrákat) alakítanak ki. A forraszpaszta nyomtatásához használt stencillek általában 75-200 µm vastagságú fémfóliák.

Stencilnyomtatás

A stencilnyomtatás forraszpaszta-felviteli eljárás, amikor a hordozóra a pasztát nyomtatókés segítségével préseljük át a stencil apertúráin.

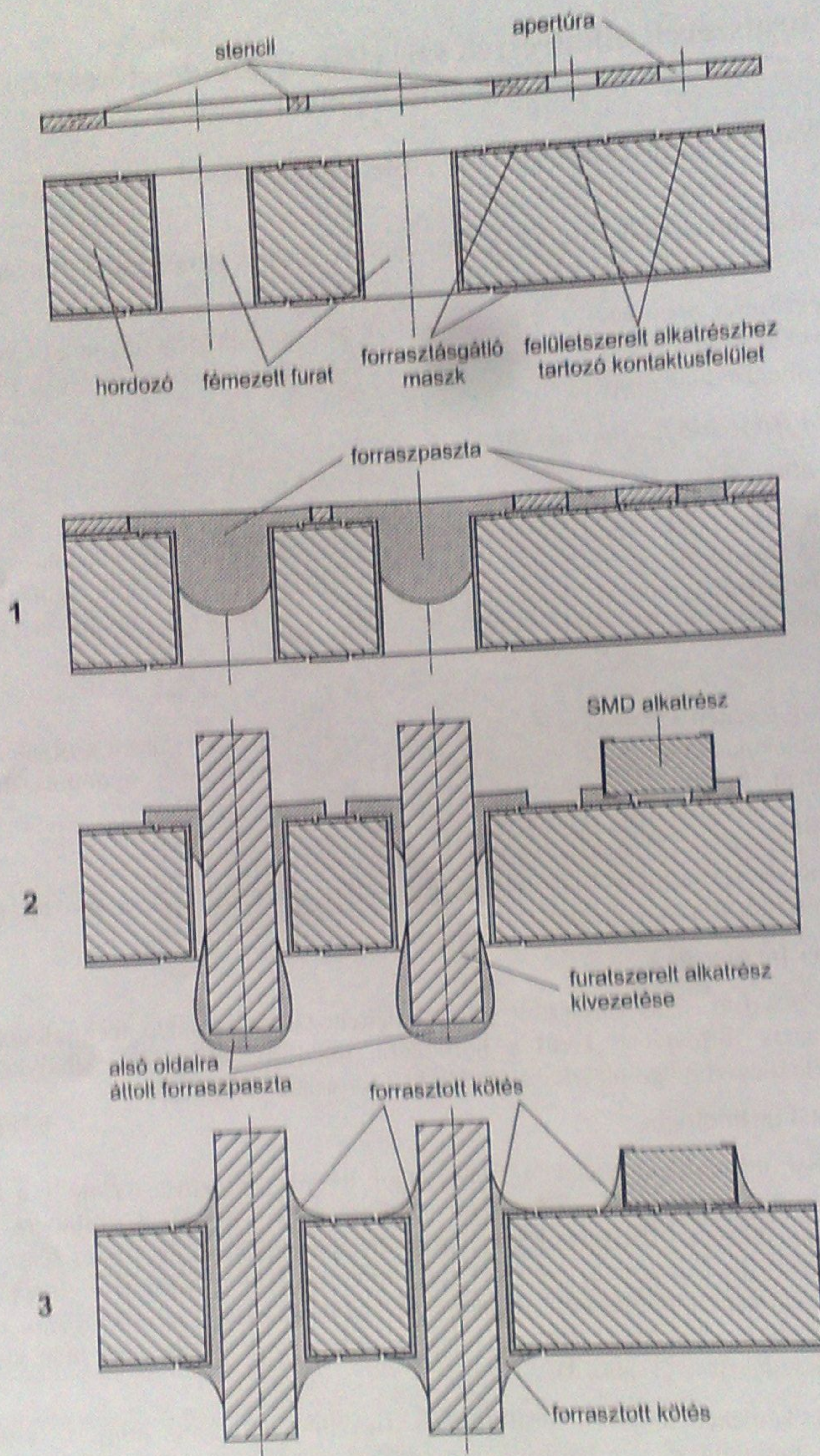
Újraömlesztéses forrasztás

Az újraömlesztéses forrasztás forrasztott kötések létrehozására szolgáló technológia, amikor a forraszanyag paszta formájában kerül a hordozóra, majd az alkatrészek elhelyezése után a forraszfémet melegítéssel megömlesztve alakítják ki a forrasztott kötések.

A PIP forrasztási technológia

A PIP forrasztási technológia esetében (más angol néven „intrusive reflow”) a furatszerelt alkatrészeket is újraömlesztéses technológiával forrasztják, együtt a felületre szerelhető alkatrészekkel. Így tehát a PIP technológia lépései megegyeznek az újraömlesztéses forrasztási technológia lépéseivel. Először a pasztafelvitel történik, ami elvégezhető cseppadagolással (diszpenzálassal) és stencilnyomtatással egyaránt (1. ábra 1). Ezután az alkatrészek elhelyezése történik a furatba és a felületre (1. ábra 2), majd az alkatrészek elhelyezése után következik a forraszpaszta megömlesztése (1. ábra 3).

Az újraömlesztő kemence hőprofil beállításánál figyelni kell arra, hogy – ellentétben a felületszerelési technológiával – a hordozó alsó oldalán is a forrasznak megfelelő hőmérséklet legyen az újraömlesztéses szakaszban, annak érdekében, hogy hibátlan legyen az alsó oldali forrasztási felületek nedvesítése. A PIP technológiánál az alkatrészek tokozásával szemben támasztott követelmény, hogy a tokozás sérülés nélkül kibírja az újraömlesztéses forrasztás csúcshőmérsékletét, ami hozzávetőleg 250 °C fél percig ólommentes forraszötvözet használata esetén. Ezenkívül az alkatrészeket olyan kiserelésben kell rendelkezésre bocsátani, hogy az alkatrész-beültető gépek tudják kezelni azokat. A PIP technológiához sokkal nagyobb mennyiségű forraszpasztára van szükség, mint a felületszerelt alkatrészekhez, mert itt a felvitt paszta térfogatának elégnek kell lennie a forrasz-meniszkusz létrehozására mind a két oldalon és a furat kitöltésére is. Ezért a PIP technológia kulcsfontosságú kérdése a megfelelő mennyiségű forraszpaszta felvétele a hordozóra.



1. ábra. A PIP forrasztási technológia lépései

A forraszpaszta szükséges térfogatának meghatározása

A felvitt paszta térfogatának elégnek kell lennie ahhoz, hogy a forrasz létrehozza két oldalt a meniszkuszt és kitöltse a furatot. Figyelembe kell venni, hogy a forraszpaszta csak 40-50 térfogat-százalékban tartalmaz forraszfémet, tehát a felvitt paszta térfogata közel felére csökken a forrasztásnál. Így a szükséges térfogat általánosan:

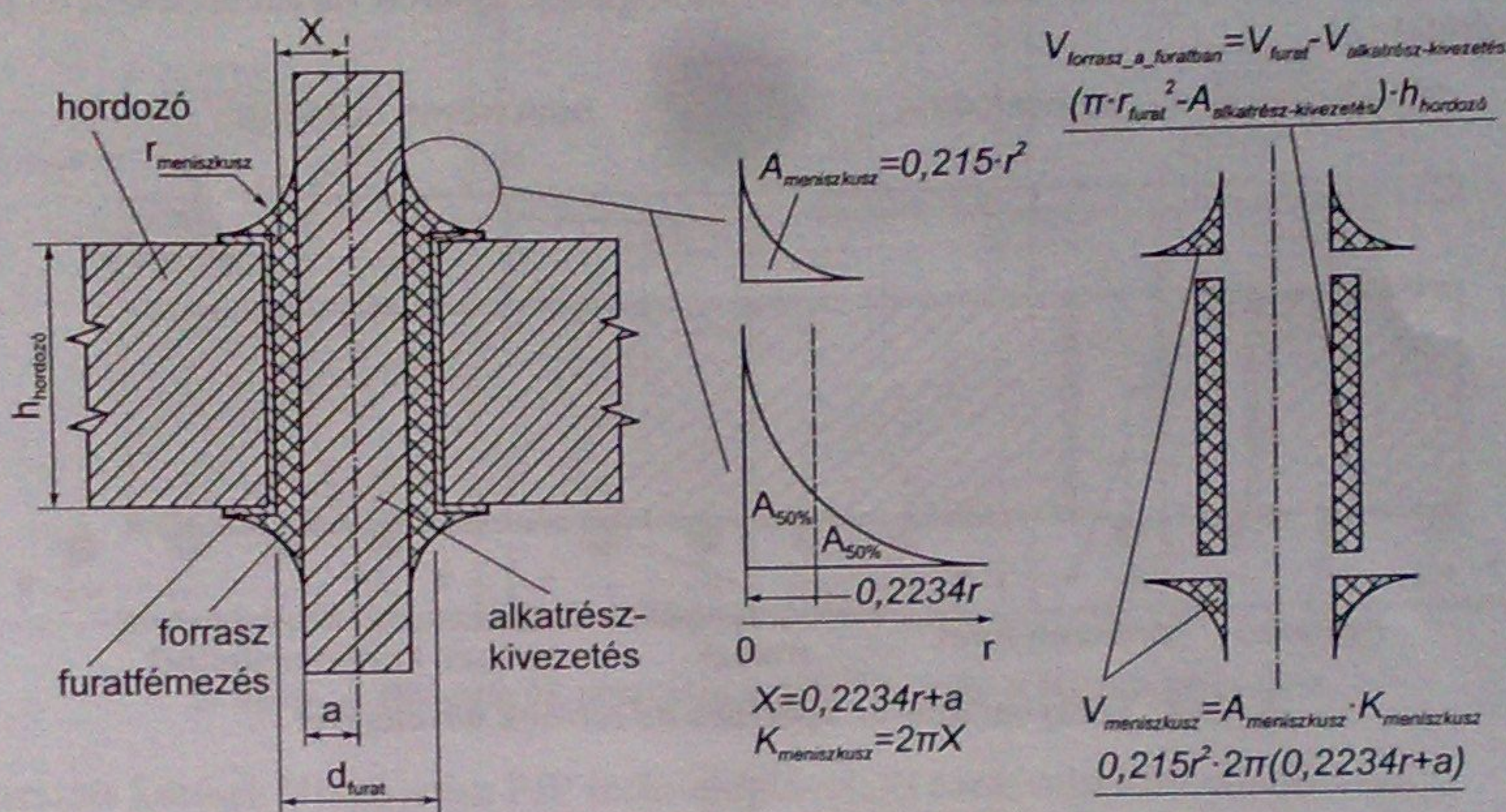
$$V_{\text{paszta}} = \frac{1}{3} (V_{\text{furat}} - V_{\text{alkatrész}_k\text{ivezetés}} + 2 \cdot V_{\text{meniszkusz}}), \quad (1)$$

ahol:

- S a forraszpaszta zsugorodási tényezője (shrinkage factor) – általában $S=0,5$, tehát az $1/S=2$. A furat térfogatának számításánál figyelni kell arra, hogy a fémezés után a furat átmérője hozzávetőleg $100\ \mu\text{m}$ -t csökken.

A forrasz-meniszkusz térfogatának számításához tételezzük fel, hogy a forrasz az alkatrész kivezetésén olyan magasságban kúszik fel, mint a kivezetés falának távolsága a forrasztási felület végétől (2. ábrán r -rel jelölve). Ekkor a forrasz-meniszkusz keresztmetszetének felszíne:

$$A = 0,215 \cdot r^2 \quad (2)$$



2. ábra. A megfelelő kötés kialakításához szükséges pasztatérfogat

A forrasz-meniszkusz gravitációs középpontjának távolsága a kivezetés középpontjától:

$$X = 0,2234r + a \quad (3)$$

ahol

- a : az alkatrész-kivezetés sugara.

A forrasz-meniszkuszt forgástestnek feltételezve a kerülete:

$$2\pi X \quad (4)$$

Tehát a forrasz-meniszkusz térfogata:

$$V_{\text{forrasz_meniszkusz}} = 0,215r^2 \cdot 2\pi(0,2234r + a) \quad (5)$$

Így a szükséges pasztatérfogat (1) képletbe behelyettesítve (5)-t:

$$V_{\text{paszta}} = 2 \cdot \left(\left(\pi \cdot r_{\text{furat}}^2 - A_{\text{alkatrész_kivezetés}} \right) h_{\text{hordozó}} + 2 \cdot \left(0,215r^2 \cdot 2\pi(0,2234r + a) \right) \right) \quad (6)$$

Stenciltervezés a PIP forrasztási technológiához

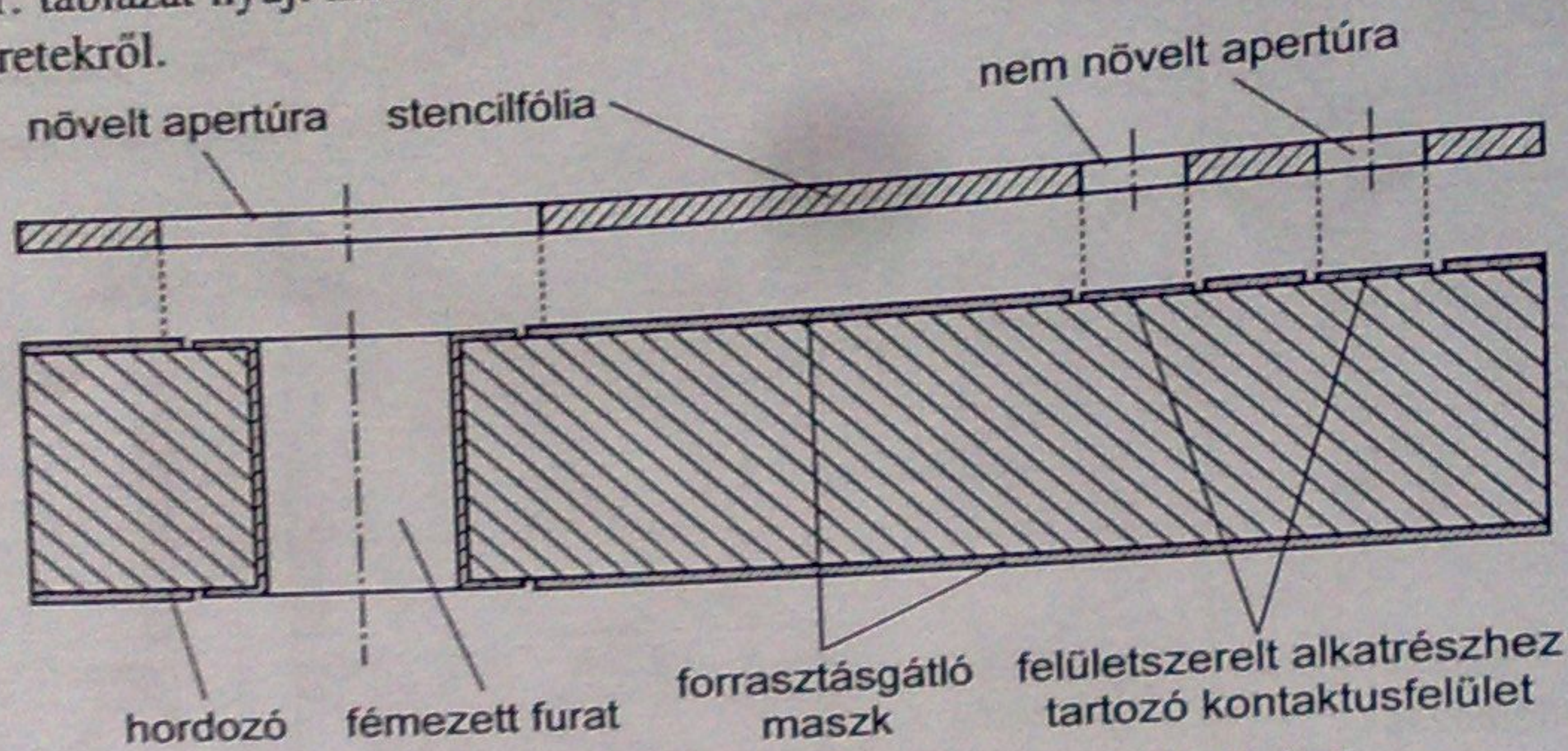
Abban az esetben, ha a pasztát stencilnyomtatással visszük fel a hordozóra, a nyomtatott paszta térfogata a furatszerelt alkatrészek esetében megegyezik az apertúra térfogatával, amit a (7) képlettel számíthatunk, elhanyagolva azt, hogy a lézerrel vágott- és galvanoplasztikai eljárással készített stenciltek esetén az apertúra keresztmetszete trapéz alakú.

$$V_{\text{nyomtatott_paszta}} = w \cdot l \cdot t \quad (7)$$

ahol:

- w : a stencil-apertúra szélessége,
- l : a stencil-apertúra hossza,
- t : a stencil-fólia vastagsága.

A PIP technológiánál a jó minőségű forrasztott kötés létrehozásához nagy mennyiségű paszta szükséges. Ahhoz, hogy elegendő mennyiségű pasztát tudjunk nyomtatni a hordozóra, az apertúra méretét vagy a stencil-fólia vastagságát kell növelni. A stencil-fólia vastagságának növelése azonban rövidzárat okozhat a finom raszter-osztású felületszerelt alkatrészek kivezetései között. Amennyiben a furatszerelt alkatrésznek a raszter-osztása nem túl finom, azaz nagy hely van a forrasztási felületek között, akkor általában elegendő mennyiségű pasztát tudunk felvinni csupán a legnagyobb távolságra a pasztalenyomatok között (lehető legkisebb mértékben növeljük az apertúrát), hogy megakadályozzuk a rövidzárok képződését a furatszerelt alkatrész kivezetései között. Az 1. táblázat nyújt információkat a PIP technológiához ajánlott furatméretekről és stencil-apertúra méretekről.



3. ábra. Túlnyomtatás az apertúra méretének növelésével

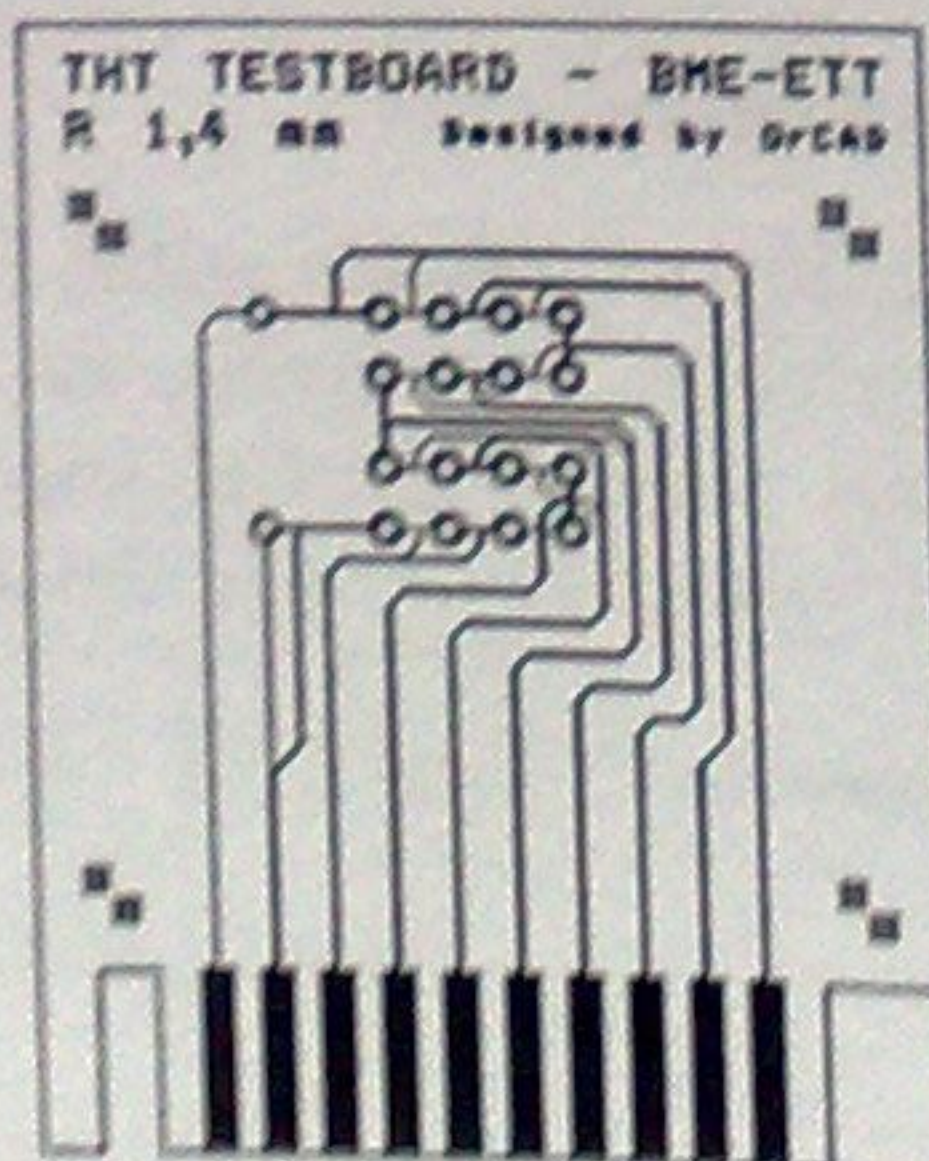
1. táblázat A PIP technológiához ajánlott furatátmérők és stencil méretek

	Határértékek	Ajánlott értékek
Furatátmérő	0,63...1,6 mm	0,75...1,25 mm
Alkatrész-kivezetés átmérője	Furatátmérőnél legalább 75 µm-el kisebb	Furatnál 125 µm-el kisebb
Stencil-apertúra átmérője	Legfeljebb 6,35 mm	Legfeljebb 4 mm
Stencil-fólia vastagsága	0,125...0,635 mm	0,150...0,2 mm

A mérés menete

1. Előzetesen gyártott hordozón lévő galvanizált furatok ellenállásának mérése 4 tús módszerrel

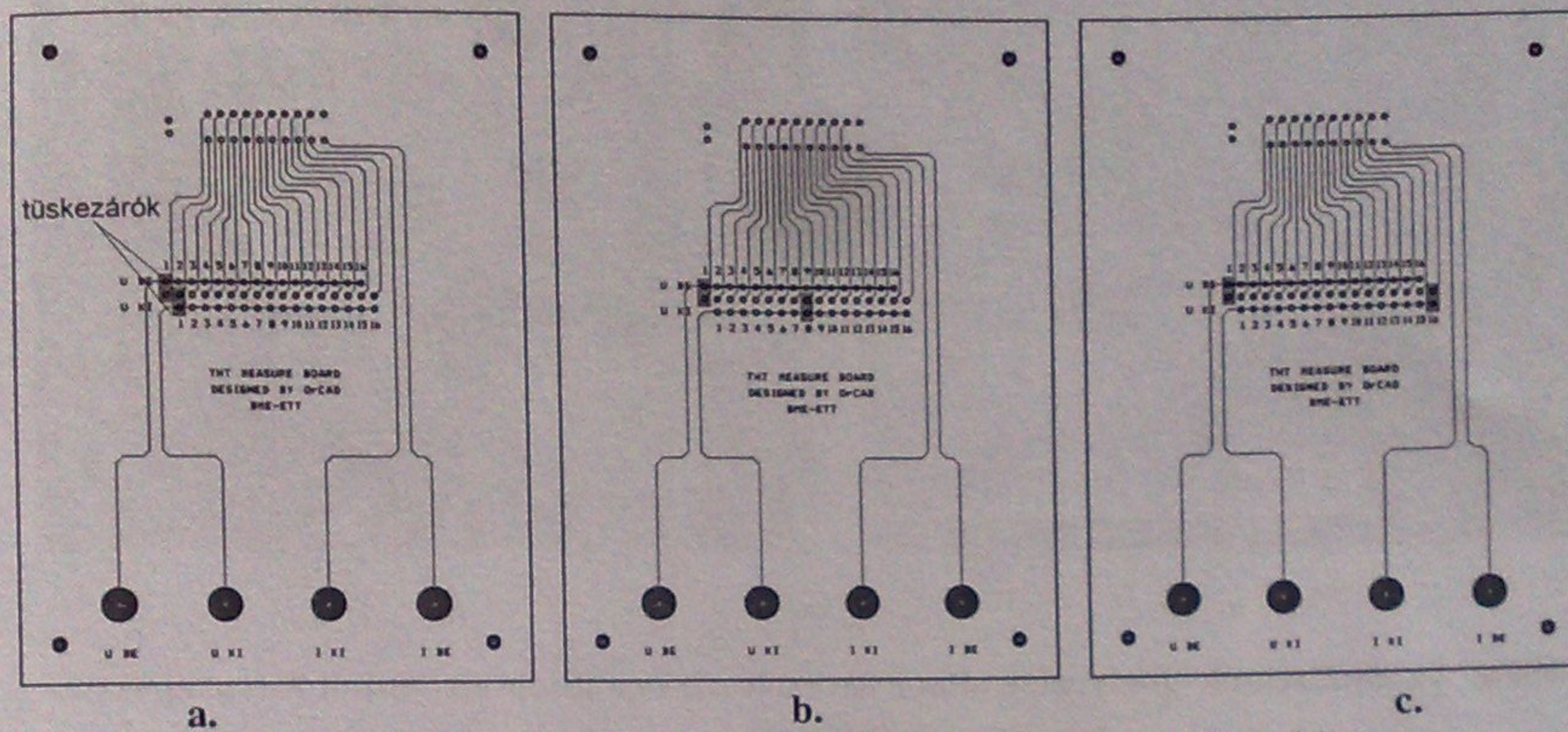
A mérés a „1. Nyomtatott huzalozások technológiája” labor keretében előzetesen elkészített kísérleti lemezen történik (4. ábra) mérőkártya alkalmazásával. A kísérleti lemezen a forrasztási felületek átmérője 1,4 mm, míg a furatok átmérője a fémezés előtt 1 mm.



4. ábra. A mérendő kísérleti lemez

A mérendő kísérleti lemezt a mérőáramkörön a sorcsatlakozóba kell illeszteni. Összesen három módon mérik a hallgatók a furatfémzés ellenállását:

- 1 db. furatfémzés ellenállásának mérése – a tűskezárók az 5.a. ábrán jelzett helyzetben vannak,
- 8 sorbakötött. furatfémzés és a közöttük lévő vezetékszakaszok ellenállásának mérése – a tűskezárók az 5.b. ábrán jelzett helyzetben vannak,
- 16 sorbakötött. furatfémzés és a közöttük lévő vezetékszakaszok ellenállásának mérése – a tűskezárók az 5.c. ábrán jelzett helyzetben vannak.

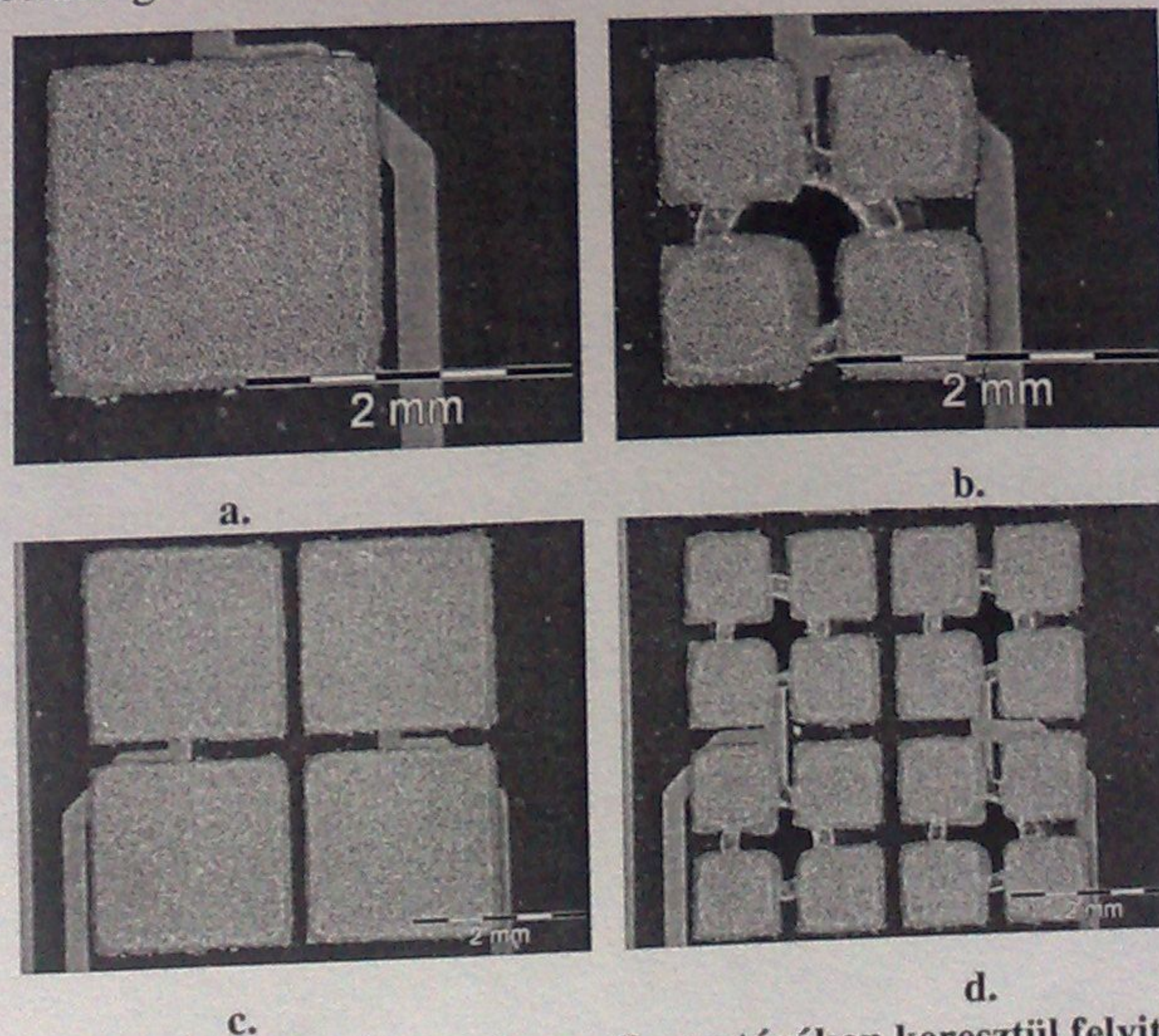


5. ábra. A tűskezárók pozíciója a mérőkártyán a három méréshez

2. forrasztott kötések létrehozása PIP technológiával, és azok minősítő ellenőrzése

A forrasztott kötések a hallgatók a 4. ábrán lévő kísérleti lemezre készítik. A kötések létrehozásának első lépése a paszta felvitele stencilnyomtatással. A stencil-fólia 150 µm vastag lézerrel vágott rozsdamentes acél. A forraszpasztá felviteléhez négy különböző kialakítású stencil-apertúrán keresztül történik:

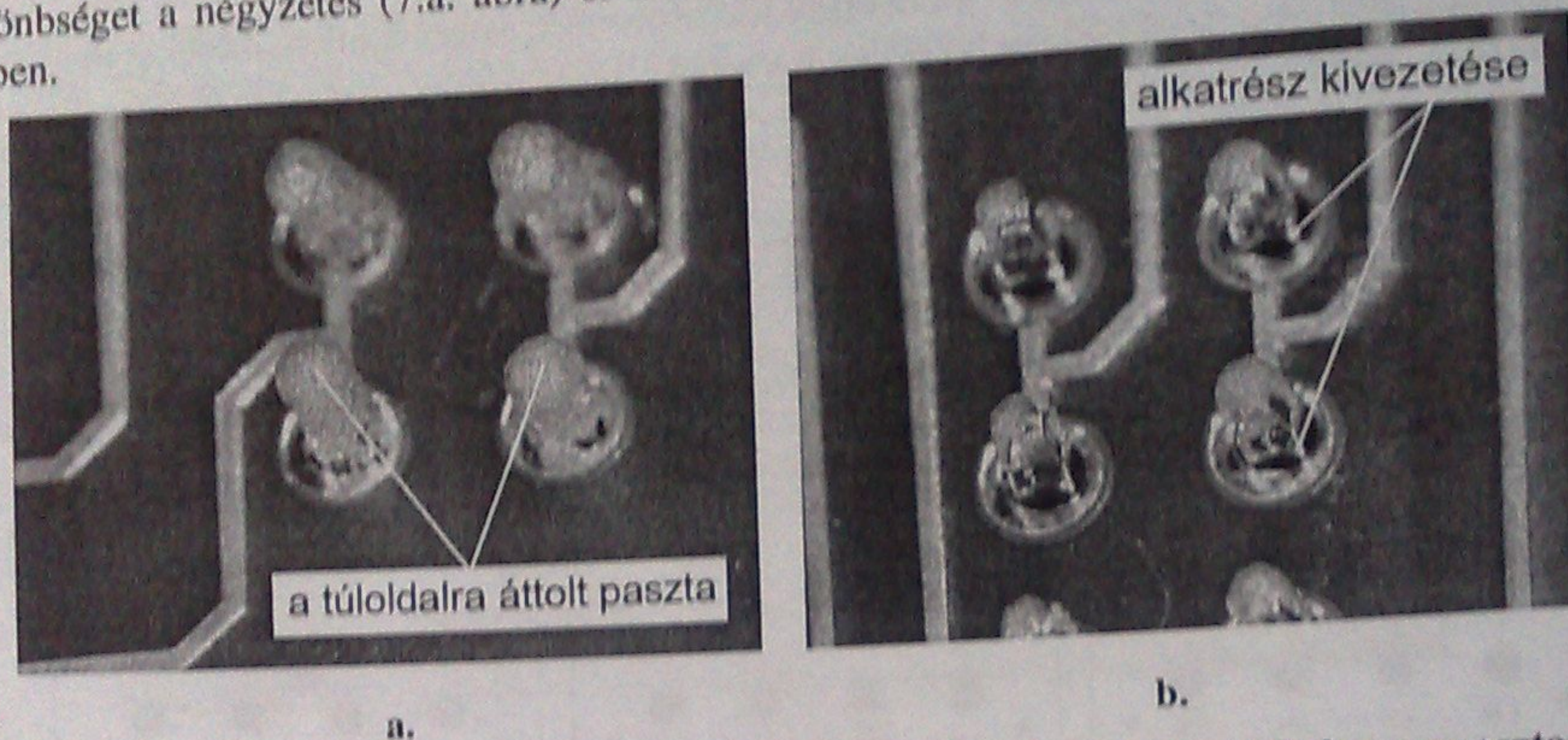
- 2 mm élhosszúságú négyzetes apertúra, a felvitt pasztát a 6.a. ábra mutatja,
- 2 mm élhosszúságú keresztrel kitakart apertúra, a felvitt pasztát a 6.b. ábra mutatja,
- 2,3 mm élhosszúságú négyzetes apertúra, négy szomszédos lenyomatot a 6.c. ábra mutat,
- 2,3 mm élhosszúságú keresztrel kitakart apertúra, négy szomszédos lenyomatot a 6.d. ábra mutat.



6. ábra. A különböző kialakítású stencil apertúrákon keresztül felvitt paszta

A keresztrel kikapart apertúrák célja az, hogy az alkatrészek elhelyezésekor a kivezetés kevesebb forraszpasztát toljon át a túloldalra, ezáltal csökkentve a zárványok képződését a furatban.

A stencilnyomtatás után a második lépés a furatszerelt alkatrészek elhelyezése, a laboron tűkesort alkalmaznak a hallgatók. Az alkatrész-elhelyezés után a hallgatók optikai mikroszkóppal szemrevételezik azt, hogy az alkatrész kivezetése mennyi pasztát tolt át a túloldalra, megvizsgálják a különbséget a négyzetes (7.a. ábra) és a keresztrel kikapart apertúra (7.b. ábra) alkalmazásának esetében.



7. ábra. Az alkatrészek elhelyezése után a kivezetések és a túloldalra áttolt forraszpaszta

Az alkatrészek elhelyezése után a harmadik lépés a forrasztás kivitelezése újraömlesztő kemencében. A forrasztás után a hallgatók optikai mikroszkóp segítségével minősítik a forrasztott kötések az IPC-610 szabvány idevonatkozó fejezete alapján. A minősítésekre vonatkozó szabványok általában három szigorúsági kategóriába sorolják az áramköröket attól függően, hogy vegyes szerelésű-e vagy sem, illetve az alapján, hogy mekkora a kivezetés-távolsága a legfinomabb raszterosztású alkatrésznek. Az IPC-610 szabvány hatodik fejezete foglalkozik a furatszerelt alkatrészek forrasztásának minősítésével, mely a legszigorúbb kategória szerint a következő követelményeket támasztja a kötésekkel szemben:

- 100 % legyen a forrasz furatkitöltése,
- a forrasztási felület legalább 75 %-a legyen nedvesítve a forrasztási oldalon,
- a kivezetés körben legalább 330 °-ban nedvesítve legyen,
- a forrasz-meniszkusz alakja homorú legyen.

Ellenőrző kérdések

1. Miért előnyös a PIP technológia alkalmazása?
2. Mik a PIP technológiánál az alkatrészekkel szemben támasztott követelmények?
3. Sorolja fel a PIP technológia lépéseit!
4. Milyen gondolatmenettel lehet meghatározni a forrasztott kötések létrehozásához szükséges forraszpaszta térfogatát?
5. Milyen módon lehet stencilnyomtatással nagy mennyiségű pasztát felvinni a hordozóra?