

Ellenrz kérdések – 01 Elektronikai alkatrészek

01-1 Rajzoljon fel egy nyomtatott huzalozású lemezre szerelt furatszerelt alkatrészt. Sorolja fel a furatszerelés alkalmazási területeit, előnyeit és hátrányait.



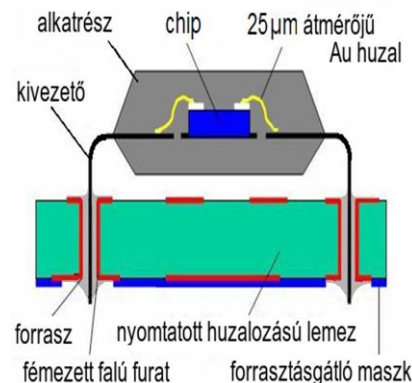
Előnyei:

mechanikusan stabil
könnyen forrasztható

Hátrányai:

lassan lehet beültetni (a merev kivezetések miatt)
csak az egyik oldalra lehet beszerelni

- Nagy az alkatrészek helyfoglalása.
- **Nagy (>40) darabszámú kivezető esetén a beültetés gépesítése nem megoldható.**



01-2 Rajzoljon fel egy nyomtatott huzalozású lemezre szerelt felületszerelt alkatrészt. Sorolja fel a felületszerelés alkalmazási lehetőségeit, elnyeit és hátrányait.



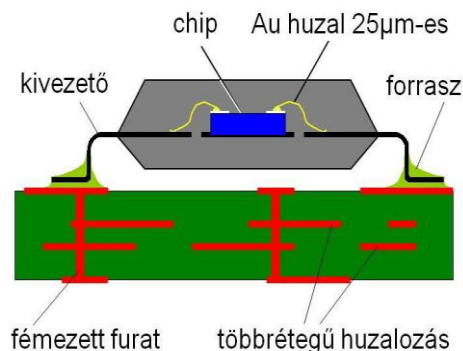
Előnyei:

gyorsan beültethető
a nyomtatott huzalozású lemez mindkét oldalára

lehet ültetni

Hátrányai:

vannak nehezen kimutatható hibák

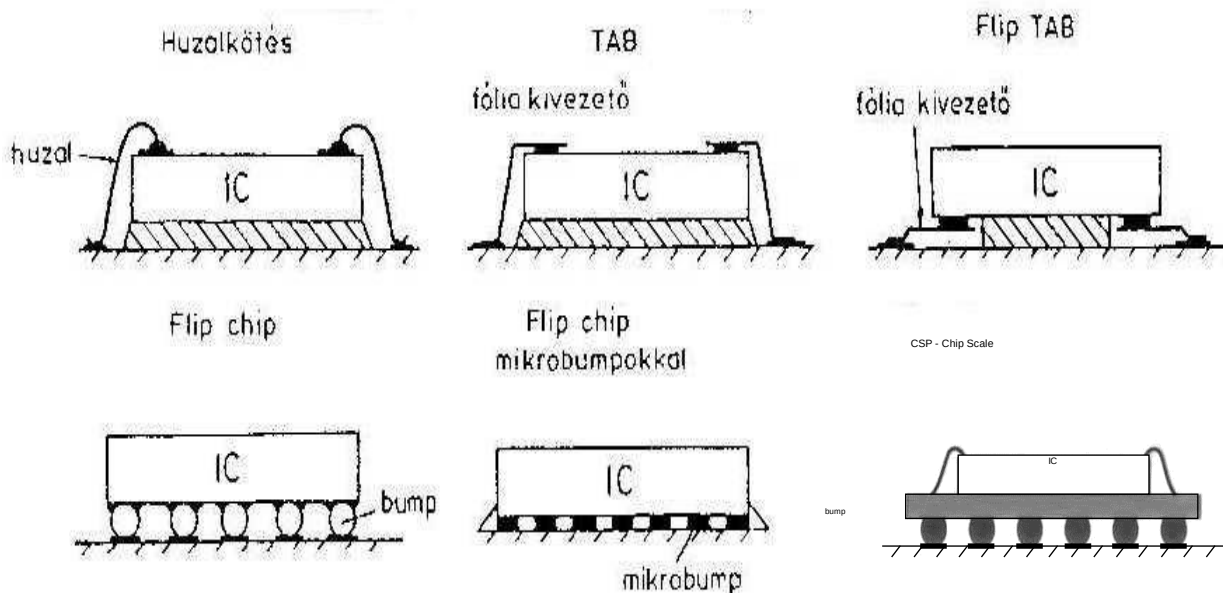


01-3 Rajzolja fel a chippek és chipméretű alkatrészek különböző típusait. Ismertesse a különbségeket a mikrohuzal-kötést, illetve a flipchipet alkalmazó chip-beültetési, bekötési technológiák között.

1. Chip: közvetlen ráragasztása a hordozóra és bekötése huzallal
2. Flip chip: a kivezet felületeken „bump”-ok, fordított helyzet bekötés
3. TAB (Tape Automated Bonding): szalagra szerelt fóliakivezets chip, könnyen automatizálható bekötés
4. CSP (Chip Scale Packaging) chipméret szerelés és tokozás: az „interposer” szétosztja a kivezetéseket a teljes felületre

A chipet a felületre ragasztják

vagy forrasztják, ezután a chip és a hordozó kivezetési felületeit vékony huzallal kötik össze.

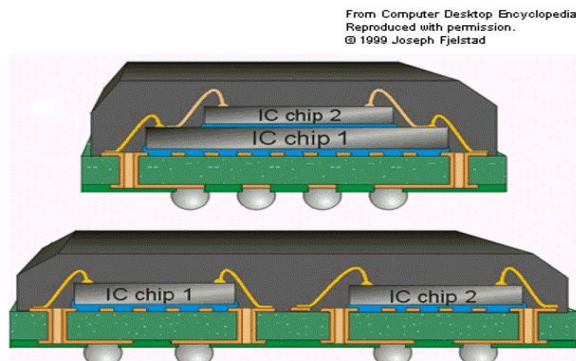


01-4 Rajzoljon fel példákat a legjellegzetesebb háromdimenziós chipszerelési technológiákra. Ismertesse a közöttük meglévő legfontosabb különbségeket, sorolja fel elnyeiket és hátrányaikat.

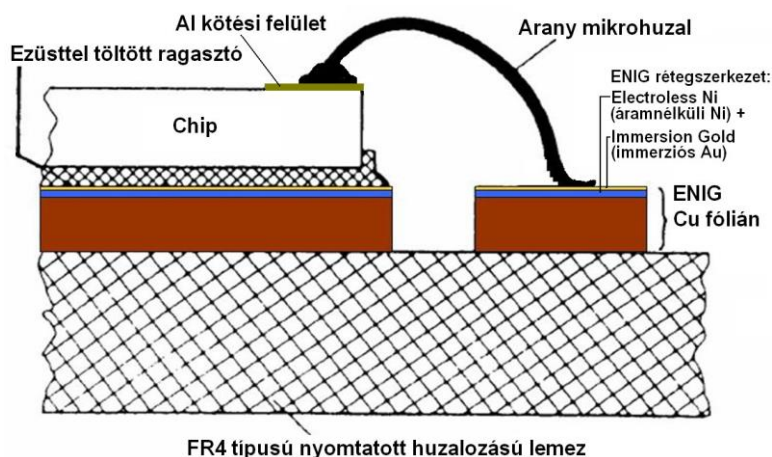
3d előnye : -gyorsabb működés
-kisebb hely foglalás a nyákon
hátrányai: -jobban melegszik
-drágább

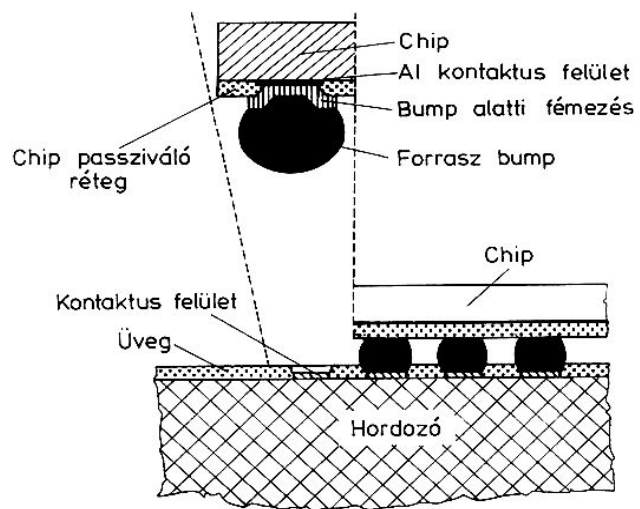
MCM

előnye olcsóbb
kevésbé melegszik
hátrányai :
nagyobb hely foglalás
lassabb működés



01-5 Rajzoljon fel egy mikrohuzal-kötéssel és egy flip-chip technikával a szerelőlemezre ültetett és bekötött chipet. Ismertesse a kötések környezetében lévő rétegek szerepét a kötés kialakítása szempontjából.





1. Ismertesse a legfontosabb megbízhatósági időfüggvényeket!

Legfontosabb megbízhatósági jellemzők

- **Működési idő** (τ) adott eloszlású valószínűségi változó.
- **Meghibásodási függvény** (eloszlásfüggvény):
 $F(t) = P(\tau < t)$
- **Megbízhatósági függvény**:
 $R(t) = P(\tau \geq t) = 1 - P(\tau < t) = 1 - F(t)$
- **Meghibásodási sűrűségfüggvény**:
$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq \tau < t + \Delta t)}{\Delta t} = F'(t)$$
- **Meghibásodási ráta függvény** (hazardfüggvény)
$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq \tau < t + \Delta t \mid \tau \geq t)}{\Delta t} = \frac{f(t)}{R(t)} = -\frac{R'(t)}{R(t)}$$
- **Várható élettartam** (MTFF=Mean Time to First Failure)
$$MTFF = E(\tau) = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

2. A megbízhatósági függvények értelmezése exponenciális eloszlás esetén.

Exponenciális eloszlás

- Egyparaméteres eloszlás
- „Korlátlan élettartamú” alkatrészekhez
- A t utáni Δt időbeni működőképesség valószínűsége csak Δt -től függ, t -től nem
- Kiindulás: $\lambda(t) = -R'(t)/R(t) = \lambda$ (állandó)
 - $R(t) = e^{-\lambda t}$
 - $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$
 - $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$
 - $\lambda(t) = \lambda \rightarrow$ meghibásodási tényező
 - $MTFF = T_0 = 1/\lambda$

3. Milyen tényezők befolyásolják a λ paramétert?

A λ paramétert befolyásoló tényezők

- A környezeti hatásoktól függően a λ nagyságrendeket változhat – tervezés!
- Környezeti hatások:
 - Felhasználási körülmények
 - Hőmérséklet (10 C°-os szabály)
 - Terhelés
 - Minőség (kereskedelmi, ipari, katonai)
 - Régi- új termék, technológia
- Különböző szabványok (PI: MIL-HDBK-217F) foglalkoznak a hatásokkal

A λ paramétert befolyásoló tényezők

- Példa: Kisteljesítményű, kisfrekvenciás bipoláris tranzisztor
- $\lambda = \lambda_b \pi_T \pi_A \pi_R \pi_S \pi_Q \pi_E$
 - π_T Hőmérséklet faktor (1..11)
 - π_A Alkalmazási faktor (0,7..1)
 - π_R Teljesítmény arány faktor (0,4 ..10)
 - π_S Feszültség faktor (0,1..1)
 - π_Q Minőségi faktor (0,7..8)
 - π_E Környezeti faktor (1..320)

4. A megbízhatósági függvények értelmezése Weibull eloszlás esetén

Weibull eloszlás - függvények

- Kétparaméteres eloszlás, exponenciális hatványfüggvény

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

$$f(t) = F'(t) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

1. Ismertesse a soros rendszer jellemzőit, megbízhatósági függvényét és várható élettartamát!

Soros rendszer megbízhatósági függvénye és várható élettartama - képletek	Soros struktúrájú (redundanciamentes) rendszer jellemzői
• Megbízhatósági függvény n elem esetén: $R_e(t) = r_1(t) * r_2(t) * \dots * r_n(t) = \prod_{i=1}^n r_i(t)$ • Ha minden elem exponenciális eloszlású: $R_e(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i t} = e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i t} = e^{-\Lambda t}$ $\Lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$ • Várható élettartam: $T = \frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n} = \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \dots + \frac{1}{T_n}}$	• A rendszer véges számú elemből áll • Egy elem meghibásodása a rendszer meghibásodásához vezet • A meghibásodások egymástól függetlenek • Az elemek azonos fontosságúak • A kommersz elektronikai berendezések soros struktúrájúak

Soros rendszer megbízhatósági függvénye és várható élettartama - jellemzők
• Azonos jellegű elemek esetén: $\lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_n = \lambda$ és $T = 1/n\lambda = T_i/n$ • T mindig kisebb, mint T_i közül a legkisebb • Az átlagos élettartam csökken az elemek számával (bonyolultsággal) és az elemek minőségének romlásával (λ)

2. Ismertesse a melegtartálékolt rendszer jellemzőit, meghibásodási függvényét és várható élettartamát!

Párhuzamos rendszer meghibásodási függvénye és várható élettartama	Melegtartálékolt (párhuzamos) rendszer
• Meghibásodási függvény: $F_e(t) = \prod_{i=1}^n F_i(t) = \prod_{i=1}^n (1 - e^{-\lambda_i t}) \quad R_e(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - e^{-\lambda_i t})$ • Várható élettartam 2 egyforma elem esetén: $R_e(t) = 1 - F_e(t) = 1 - [(1 - R(t))(1 - R(t))] = 2R(t) - R^2(t)$ $T_0 = \int_0^{\infty} (2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t}) dt = \frac{2}{\lambda} - \frac{1}{2\lambda} = \frac{3}{2} \frac{1}{\lambda} = \frac{3}{2} T$ • Várható élettartam n egyforma elem esetén: $T_0 = \frac{1}{\lambda} \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n}\right) = T \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n}\right)$ • Általában rövid idejű alkalmazások esetén jelentős, az $R(t)$ görbe vízszintes érintővel indul	A rendszer n azonos, együtt működő elemből áll A rendszer működéséhez egy elem működése szükséges Az alapelem és tartalékelemek meghibásodási tényezői azonosak Leginkább alkatrész redundancia, de létezik részegység, készülék redundancia is Hibafelismerő elem, kapcsolóelem esetenként szükséges A tartalék állapota ismert A tartalék is fogyaszt energiát, elhasználódik

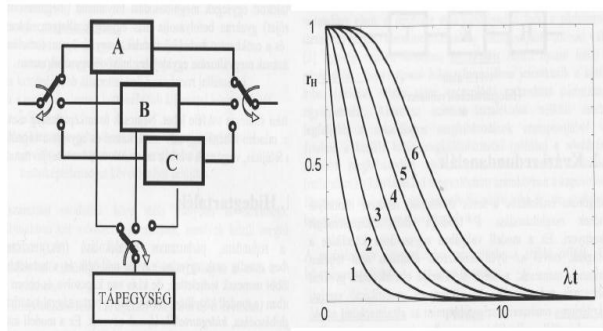
3. Ismertesse a

hidegtartalékolás jellemzőit és várható élettartamát!

Hidegtartalékolás

- A rendszer n azonos elemből áll, csak az alapelem működik.
- A rendszer működéséhez egy elem működése szükséges
- A tartalékban lévő elem nincs bekapcsolva, nem fogyaszt energiát
- A tartalékban lévő elem nem hibásodhat meg
- Hibafelismerő és kapcsolóelemre van szükség
- A tartalékelem bekapcsolása időt vesz igénybe
- Várható élettartam n azonos elem esetén:
 $T = t_1 + t_2 + \dots + t_n = n \cdot t$

Példa hidegtartalékoló rendszerre Hidegtartalékoló rendszer megbízhatósági függvénye



4. Hogy értelmezzük a készenléti tényezőt a javítható rendszerek esetén?

- Működési idők várható értéke: $T_U = E(T_i)$
- Javítási idők várható értéke: $T_D = E(T'_i)$
- Készenléti tényező:
$$K = \frac{T_U}{T_U + T_D}$$

1. Mi értünk környezetállósági vizsgálatokon melyek a fontosabb környezetállósági vizsgálatok?

Cél: a környezeti feltételek utánzásával, vagy hatásaik lemásolásával annak az igazolása, hogy a minta képes-e elviselni a környezeti feltételeket, működik-e ilyen feltételek között.

- Száraz meleg
- Ciklikus száraz meleg
- Hideg
- Tartós nedves meleg (IEC-68-2-3)
- Ciklikus nedves meleg (IEC-68-2-30)
- Kis légnyomás
- Rázás, gyorsítás
- Sós atmoszféra, stb.

2. Mit értünk gyorsított vizsgálatokon, melyek a fontosabb gyorsító paraméterek?

Cél: a meghibásodási tényező és a várható élettartam meghatározása a meghibásodási fizikai folyamatok felgyorsításával és a vizsgálati idő jelentős lerövidítésével.

Legfontosabb gyorsítási paraméterek:

- Hőmérséklet
- Relatív nedvességtartalom
- Légnyomás
- Villamos terhelés (teljesítmény, áram, feszültség)
- Mechanikai terhelés (rázás, ütés stb.)

3. Sorolja fel a magas hőmérséklet és nedvességtartalom gyorsító hatásait!

Magas hőmérséklet

- Elektronikus anyagok, alkatrészek elektromos tulajdonságait változtatják
- félvezetők p-n átmenet nyitófeszültsége csökken
- áramerősítési tényező nő
- ellenállások, kapacitások értéküket változtatják

- terhelhetőség csökken
- Mechanikai, szerkezeti degradáció, gyengülés (pl. szigetelési tulajdonságok romlása)
- Bizonyos anyagok meglágyulnak (gyanták, kenanyagok) esetleg megolvadnak

Magas hőmérséklet

- Az egymással szoros hőcsatolásban lévő anyagok esetén a rétegek között mechanikai feszültségek lépnek fel
- Az ismételt (gyors) felmelegedési és lehülési folyamatok mechanikai degradációhoz, töréshez vezethetnek - forrasztörés.
- A hőmérséklet növekedés nem kívánt kémiai reakciók elindulásához vezethet
 - Növekedhet a korróziós hajlam

Fizikai tulajdonságok változása

- Méretváltozás duzzadás miatt
- Sűrűlátsági együttható változása
- Mechanikai szilárdság változása
- Villamos tulajdonságok változása
 - Szigetelő anyagok átütési szilárdsága, szigetelési ellenállása csökken
 - Kondenzátorok veszteségi tényezője és kapacitása nő
 - Elektrokémiai migráció
 - Tokozáson belüli hatások

4. Sorolja fel a fontosabb gyorsított vizsgálati módszereket!

- Magas hőmérsékleten történő tárolás (High Temperature Storage Life - HTSL)
- Hciklus (Thermal Cycle - TC)
- Hsokk (Thermal Shock - TS)
- Hőmérséklet-páratartalom villamos terhelés (Temperature, Humidity and Bias - THB)
- Nagymértékben gyorsított terheléses vizsgálat (Highly Accelerated Stress Test - HAST)
- Rezgésállóság

1. Sorolja fel a fontosabb élettartam modelleket!

Hőmérséklet hatása – Arrheneus modell

- Hőmérséklet változás hatása – Coffin –Manson modell

- Behatoló nedvesség hatása

- Összetett modellek:

- Hőmérséklet – villamos hatás – Eyring modell

- Hőmérséklet – behatoló nedvesség – villamos hatás – Peck, vagy S-H modell

2. Mikor használjuk az Arrheneus modellt, mit jelent az aktivációs energia, hogy történik meghatározása?

Konstans hőmérséklet (hőntartásos) vizsgálatokhoz

Aktivációs energia: értéktartomány: 0,3eV...1,5eV

- Egy kémiai folyamat lejátszódásához a kiindulási vegyületeknek

- aktivált állapotba kell kerülniük. Az ehhez szükséges energia az

- aktivációs energia. Az aktiválás mindig energiafelvételt jelent.

- Minden anyaghoz, alkatrészhez, folyamathoz külön aktivációs energia tartozik

$$E_a = k \cdot \frac{\ln\left(\frac{t_2}{t_1}\right)}{\left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right]}$$

k=boltzmann

állandó,

T1,T2=hőmérsék

let t1,t2=eltelt idő

3. Mikor

használjuk

a Coffin-

Manson és Peck modelleket?

Coffin-Manson:

Elsősorban hőtágulási együtthatók különbségéből származó mechanikai feszültségek, törések (forraszt) vizsgálata.

Peck:

- Hőmérséklet, behatoló nedvesség és villamos terhelés együttes hatásának vizsgálata

4.Hogyan történik az átlagos teszt idő meghatározása Weibull

eloszlás esetén?

Az átlagos teszt idő meghatározása Weibull eloszlás esetén, a Weibull papír

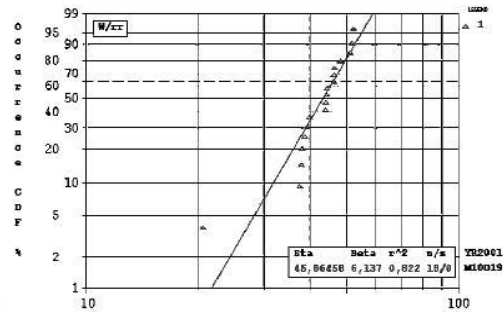
- Feladat: η karakterisztikus élettartam meghatározása, ekkor $R(t)$ $1/e$ -ad részére csökken ($\sim 37\%$)

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$\frac{1}{1 - F(t)} = e^{\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

$$\ln \frac{1}{1 - F(t)} = \left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta$$

$$\ln \left(\ln \frac{1}{1 - F(t)} \right) = \beta * \ln t - \beta * \ln \eta$$



15-1. A nyomtatott huzalozású lemezek felületi bevonatainak alkalmazási célja, a bevonatok fajtái, legfontosabb tulajdonságai, előnyei, hátrányai

célja: réz korrozio elleni védelme

Alkalmas felületi bevonatok:

- Hot Air Solder Leveling (HASL): forraszba mártás és levegkéses simítás
- Immerziós ón (Sn), a folyamat: $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Cu} \rightarrow \text{Sn} + 2\text{Cu}^+$
- Immerziós ezüst (Ag), a folyamat: $2\text{Ag}^+ + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$
 - Organic Solderability Preservative (OSP): szerves forraszthatóság véd
 - Electroless Nickel/Immersion Gold (ENIG): áramnélküli Ni, immerziós Au

hátrányok:

black pad képződés

whisker(tüske) képződés

migrációs dendrit képződés

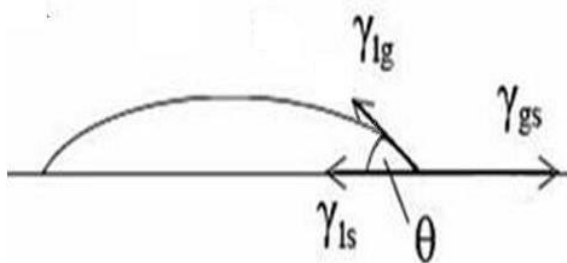
alámaródás kialakulása

előny:

a lemez élettartama megnövekszik

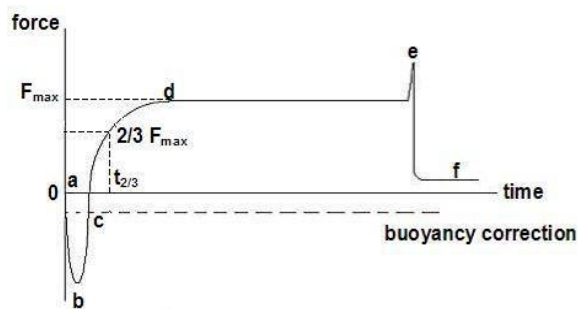
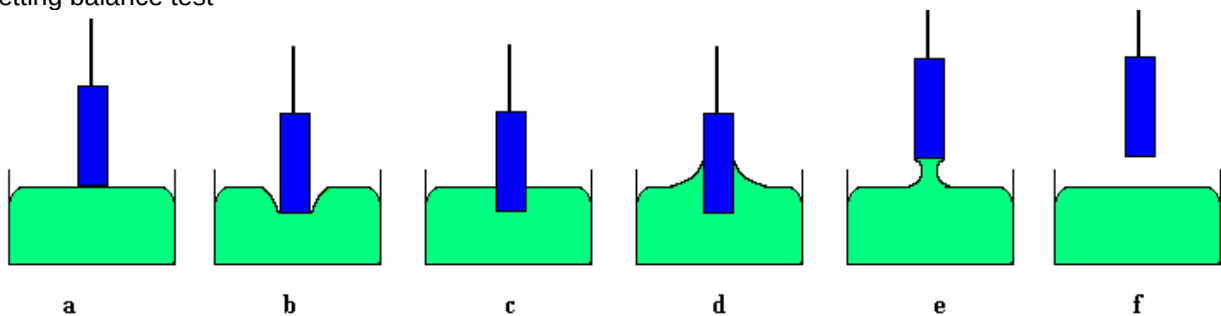
15-2. A nedvesítési szög és a nedvesítési erő fogalma, a nedvesítési erő mérése wetting balance teszterrel. A nedvesítési erő tesztelése során az erő változási diagramja az idő függvényében

nedvesítési erő: a felület által a forraszra ható kohéziós erő



$$\gamma_{gs} = \gamma_{ls} + \gamma_{lg} \cdot \cos \Theta$$

Wetting balance test



erő korrekció

force=erő, buoyancy correction=felhajtó

15-3. Felületi bevonatok forraszthatóságának vizsgálata tesztpanel segítségével. A tesztpanel tervezési szempontjai, vizsgált paraméterek és vizsgálatukra szolgáló mintázatok jellemzése

??????????????

15-4. A forrasz területének vizsgálata. A terület vizsgálatára szolgáló mintázatok. A felületi bevonat és a reflow ciklusok számának hatása a forrasz szétterülésére

egy négyzet négy sarkában egy-egy pötty

forrasz mérete csökken nem jelentősen (Immerziós Arany nál látványos a 4.reflow után)

15-5. A forraszthatóság vizsgálata áthidalási (bridging) tesztel és a nedvesítési hossz mérésével. A vizsgálatokhoz szükséges mintázatok. A felületi bevonat és a reflow ciklusok számának hatása az áthidalásra és a nedvesítési hosszra.

Az áthidalási felület növekszik a reflow ok számának növekedésével
A nedvesítési hossz csökken -||-.

16-1. Élettartam vizsgálati modellek. Az emelt hőmérséklet, a nedvesség, illetve a hősokek által aktivált öregedési folyamatok matematikai modellje és befolyásoló paraméterei
 -Arrhenius
 -Coffin-Manson

$$MTTF = A_0 \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right)$$

$$AF(T) = \frac{t_{life}}{t_{test}} = \exp\left(-\frac{E_a}{k} \cdot \left(\frac{1}{T_{life}} - \frac{1}{T_{test}}\right)\right)$$

where t: time, MTTF: mean time to failure; AF: acceleration factor, A_0 : arbitrary scale factor, E_a : activation energy (0.7 eV), T: temperature (K), k: Boltzman constant ($1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K), and subscript "life" refers to normal life while "test" to accelerated conditions.

A légnedvesség által aktivált folyamat modellje

The general formula used for humidity-related life is the Coffin-Manson (inverse power law) relationship:

$$MTTF = t = A_H \cdot (H_R)^{-n}$$

$$AF(H_R) = \frac{t_{life}}{t_{test}} = \left(\frac{H_{Rtest}}{H_{Rlife}}\right)^n$$

where HR: relative humidity, A_H : arbitrary scale factor, and n: exponent. The characteristic exponent (n) is determined with a value around 3, when evaluating the accelerated life test of the particular specimen.

-Peck, S-H modell

16-2. Élettartam vizsgálatok tervezése elméleti megfontolások alapján, a gyorsítási tényező matematikai modellel való számításával

16-3. A kötések vizsgálati lehetőségei: optikai mikroszkópos megfigyelés, a villamos ellenállás mérése, a letoló erő mérése. Vizsgálati lemez tervezési szempontjai, az LTT lemez funkciói

16-4. Élettartam vizsgálati ciklusok összehasonlító analízise próbavizsgálattal. A próbavizsgálat körülményei (85/85, weak HAST, strong HAST és TS vizsgálat) és eredményei. Következtetések

16-5. Élettartam vizsgálati ciklusok összehasonlító analízise célszerűen megtervezett kísérletek alapján. A célvizsgálat körülményei és eredményei. Következtetések