

A jövő szárazelemei?

TÖLGYESI LÁSZLÓ
BHG

Az elektronika egyre szélesebb körű felhasználása látványosan növekvő igényeket jelent a különböző fajtájú és méretű telepek iránt. Ez az igény legfeltűnőbbben a zsebrádióknál, kalkulátoroknál, hallókészülékeknél, elektronikus óráknál jelentkezik, de széles körben használnak elemeket berendezésekben is, mint például a keskenysávú adók, mikroprocesszorok, detektorok, különféle jeláramkörök stb.

Szemlénkben két újabb fajta, a Sanyo és a Gould cég által kifejlesztett, még kevésbé elterjedt elemet mutatunk be a Communications International 1979/10. számában megjelent következő cikkek alapján: T. Nabeshima: Lithium — power source for the future? és Dick Pytches: Zink-air cells have long lives.

A hagyományos elemek

Sokhelyütt használnak telepeket, és velük szemben különböző követelményeket támasztanak. Az egyik felhasználásban kis terhelés mellett stabil, lapos kisütési karakterisztika kell, máshol a hosszú élettartam alatt szakaszosan, nagy kisütési ciklusokra van szükség. Ehhez jönnek még a feszültség, kapacitás, hőmérsékleti, formai és súly kívánalmak. Az elektrokémiai rendszereknek, továbbá olyan hajlékonyoknak kell lenniük, hogy a különböző követelményekét — elektromosakat és mechanikaiakat egyaránt — viszonylag kis mechanikai konstrukciós változtatásokkal ki tudják elégíteni. Ezekon kívül környezeti szempontból — biztonságos, nem mérgező, nem szennyező — is megfelelőnek kell lenniük amellet, hogy kereskedelmileg is elfogadhatóak.

Ezeknek az igényeknek a kielégítésére sokféle típusú és méretű telepet használnak, némelyik közülük igen régi családfával rendelkezik. Például a most 113 éves Leclanche-elem még mindig a forgalomban levő legelterjedtebb elemi cella.

Az összes elektrokémiai elem lényegében két elektródából és az elektrolitból áll. Az egyik elektróda a katód, egy oxidáló reagens ami vegyileg redukálódik, a másik elektróda az anód, elektrokémiailag oxidálható vagy oxidálható anyaggal van érintkezésben.

A Leclanche-elem katódja eredetileg ásványi szénmangándioxid keverék, keményítőpasztába itatott ammóniumklorid az elektrolitja, és cink az anódja. Eleinte ezek mindhárman egy semleges külső edényben helyezkedtek el, de később kifejlesztették az elem

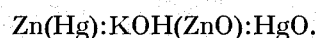
„száraz” változatát, amelynél maga a cinkanód alkotja a külső edényt. A modern fejlesztések összetételben és felépítésben is további tökéletesítéshez vezettek, például jól kézbentARTHATÓ paraméterekkel rendelkező elektrolitikus mangándioxidot használnak a kevésbé tiszta, szabályozhatatlan jellemzőjű természetes anyag helyett, ezzel nagymértékben megjavítva az elem tulajdonságait.

Az egyre könnyebb hordozható eszközök igénye állandó nyomást jelentett a felhasználók részéről, ami az elektronikus alkatrészek és áramkörök miniatürizálásával együtt a mind kisebb telepek növekvő népszerűségéhez vezetett. Ezt az igényt kisebb Leclanche-elemek gyártásával eleinte bizonyos mértékig ki tudták elégíteni, de a lényeges előrelépést a miniatürizált higanyelemek felhasználása jelentette.

Az elemek miniatürizálásának azonban alapvető problémái vannak. A töltés magatartásának és kielégítő élettartam biztosításának — például az elektromos szivárgás és a vegyi reakciókkal szemben — normál nehézségei ezeknél a termékeknél a kisebb méretek miatt fokozottabb mértékben jelentkeznek. S mivel ezek csak kis mennyiségű aktív anyagot tartalmaznak, egy kis abszolút veszteség, ami a nagyobb egységeknél még eltűrhető lenne, a sokkal kisebbeknél jelentősen lecsökkenti a kapacitást. Ezekkel és más problémákkal a modern miniatűr elemekben is találkozhatunk.

A higanyelemet eredetileg a második világháború idején találták ki, azóta mindenféle méretben fejlesztették tovább, köztük miniatűr változatban is készítik már.

A higanyelem felépítése a következő: az anód cink-amalgám, a katód higany(II)oxid, az elektrolit pedig cinkoxiddal telített 40%-os kálium-hidroxid-oldat vagyis



Feszültsége 1,35 V, amit kicsit növelni lehet, ha a katódhoz egy kis mangánoxidot adnak, de így is csak legfeljebb 1,4 V-ig lehet felmenni.

A magasabb feszültségre való igényt körülbelül 15 évvel később sikerült kielégíteni az ezüstoxid-elemmel. Ez — az áramfelvételtől függően — 1,65–1,50 V feszültséget szolgáltat, de a töltéskapacitása mintegy 10%-kal kisebb, mint az azonos méretű higanyelemé. Felépítése is hasonló az utóbbihoz, azzal a különbséggel, hogy higany(II)oxid helyett

ezüstoxid alkotja a katódot. A rendszer felépítése így:



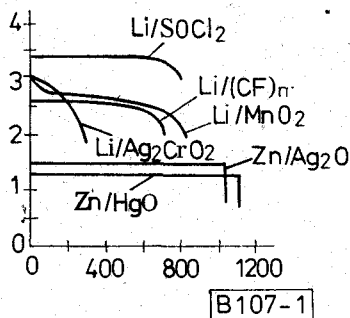
Az anód porított cink-amalgám, az elektrolit kocsonyásított kálium-hidroxid (vagy néha nátrium-hidroxid), a katódba itt is keverhető mangándioxid, ez emeli a feszültséget.

A lítiumelem

A legnagyobb elektródapotenciállal rendelkező elem a lítium, a periódusos rendszer harmadik eleme (3,045 V). Sűrűsége 535 kg/m³, az ismert legkönnyebb fémes elem. Magas elektródapotenciálja azt jelenti, hogy nagyon reaktív redukáló elem. Ezért egy ideje tudják róla, hogy anódként használva számos előnyös tulajdonsággal rendelkezik, a legjelentősebb ezek közül a nagy energiasűrűség.

A lítiumanód persze önmagában kevés ahhoz, hogy elektromosságot generáljon, sőt a gyakorlati felhasználás szempontjából legfontosabb paramétereket, mint a feszültség, tárolási időtartam, energiasűrűség (a súly vagy térfogategységenként tárolt elektromos energia), működési hőmérséklet-tartomány, jelentős mértékben a katód anyagának megválasztása határozza meg.

A különböző gyártók különböző katódanyagokat választottak melyek mindegyike rendelkezik előnyökkel is, hátrányokkal is, de a kereskedelemben kapható lítiumrendszerek bármelyikének energiasűrűsége felülmúlja a jelenleg kapható akármelyik más rendszerét (1. ábra).



1. ábra. Összehasonlító kisütési görbék, feszültség (V) — idő (óra). A terhelés a lítium cellán 22 kOhm, a higany és az ezüst cellán 11 kOhm

A mangándioxidos rendszer viszonylag újkeletű (1975). Ennek az elemnek a fejlesztését számos olyan probléma lassította, mely főleg abból származott, hogy kezdetben még nem ismerték teljesen a lítium és a mangánoxid közötti elektrokémiai reakciók pontos természetét.

A Sanyo laboratóriumaiiban sikerült az ion- és röntgensugaras mikroanalízisekkel feltárni a reakció természetét. Az elem elektromos erejét a négy vegyértékű MnO₃ lítiummal három vegyértékű MnO₂-vé való redukálása szolgáltatja, ezért nincs gázképződés sem a Li/MnO₂ rendszerben. Az alacsony működési hőmérséklet (egészen -20 °C-ig) lehetősége érdekében vízmentes szerves elektrolitot alkalmaznak. Az elemnek különösen hosszú élettartamot biztosít,

hogy a speciálisan hűkezelt MnO₂ nem oldódik az elektrolitban.

A lítiumelemek előnyei

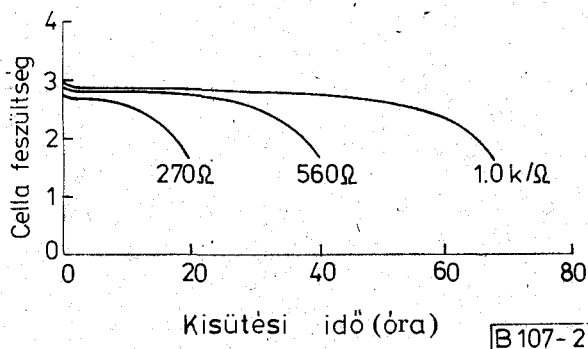
A lítiumrendszerek leglényegesebb előnyei a többivel összevetve a hosszú élettartam és a nagy energiasűrűség. Ez utóbbi előnyt gyakorlatilag kétféleképpen is kifejezhetjük, vagy úgy, hogy azonos térfogatban (vagy súlyban) több elektromosságot tárolhatunk, akár azonos elektromosságot kevesebb helyen. Néhány különböző fajta elem energiasűrűségét hasonlítja össze az 1. táblázat.

1. táblázat. Különböző elemek energiasűrűségének összehasonlítása

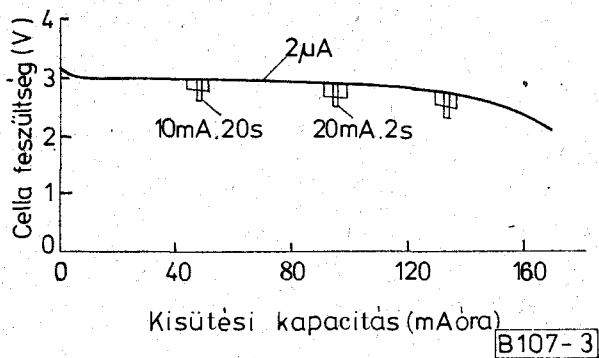
Rendszer	Relatív energiasűrűség egységnyi súlyra	Relatív energiasűrűség egységnyi térfogatra
Lítium	1,0	1,0
Ezüst Zn/Ag ₂ O	0,4	0,5
Higany Zn/HgO	0,4	0,5
Lúgos mangán	0,3	0,4
Cink-szén	0,2	0,2

Katonai távközlési berendezésekben már nagy lítiumelemeket használnak (Li:SO₂), ahol a lítium megbízható, karbantartást nem igénylő, hordozható, nagyon kényelmes elektromos táplálást kínál. A Li/MnO₂-rendszerek természete azonban a miniatűr elemek tömeggyártását teszi lehetővé.

A Li/MnO₂ hajlékonysága következtében több rétegű elektródás lapos elemet lehet készíteni, ezzel sokkal kisebb belső ellenállást elérni, mint az ugyanilyen alakú hagyományos elemekkel. Általánosan vizsgálva megállapítható, hogy a lítiumelemeknek legnagyobb szerepe azokon a felhasználási területeken van, ahol a táplálandó létesítmény vagy berendezés távoli, elszigetelt, ahol hatékony energiafelhasználás szükséges, ahol súlykorlátozás van. Előnyösen használhatók speciális területeken, mint például az űrkutatás és a műholdas távközlés, ahol a lítiumtelepek nyújtotta összes előny kihasználható (2. és 3. ábra). Azokon a területeken, ahol nincsenek különleges igények, még nem szívesen alkalmazzák a lítiumelemeket. Ennek több oka is van: első, a lítiumcellák ára, ami egy ideig még elég magas, második, bizonyos félélem él a lítiumcellákkal szemben, amit rosszul zárt Li/SO₂-elemekkel végzett kísérletek okoz-



2. ábra. Egy tipikus lítium-elem folyamatos kisütési karakterisztikája szobahőmérsékleten



3. ábra. Egy tipikus lítium-elem impulzusüzemű kisütési karakterisztikája szobahőmérsékleten

tak, harmadik, a jellegzetes 3 V lítiumpotenciál, ami nem kompatibilis a meglévő technológiákkal, mint például a NiCd (1,2 V), a lúgos mangán (1,5 V), az ezüst (1,5 V) és higany (1,4 V) cellákkal.

Általánosan szólva a lítiumtechnológia a jövőé, de létezését már a tervezési szakaszban figyelembe kell venni.

Felhasználás

A következő helyeken lehet lítiumelemeket használni:

1. LSI-memória véstartalék MPU vezérelt eszközökben.
2. Miniatűr adók.
3. Távolsági és felügyelet nélküli távmérő berendezések tápellátása (tengeri bóják, műholdak stb.).
4. Orvosi berendezések (hallókészülékek stb.).
5. Betörés elleni biztosítórendszerek.
6. Elektronikus azonosítók.
7. LCD-karórák.
8. Kamerák.
9. Víz alatti berendezések.

A lítiumelemek felhasználási köre széles és nehéz megmondani, hogy milyen területeken fogják még elfogadni.

A lítiumelemek ára jelenleg — bármilyen cellát véve is — nagyobb, mint, mondjuk egy higanyelemé. Még ha a tárolt wattóra energiát hasonlítjuk is össze, a lítiumelem gyakran akkor is sokkal drágább. A miniatűr elemeknél súlyosbítja a helyzetet a tokozási költség, amely a végtermék árának meghatározó tényezője. A gyártási mennyiség növelésével azonban ez meg fog változni.

A Li/MnO₂-rendszerek hajlékonyságát és költség-hatékonyságát véve tekintetbe, várható, hogy a miniatűr Li/MnO₂-elemek ára végül éppoly olcsó lesz,

mint az azonos méretű higanyelemeké. Sajnos azt nehéz megjósolni, hogy ez mikorra fog megvalósulni.

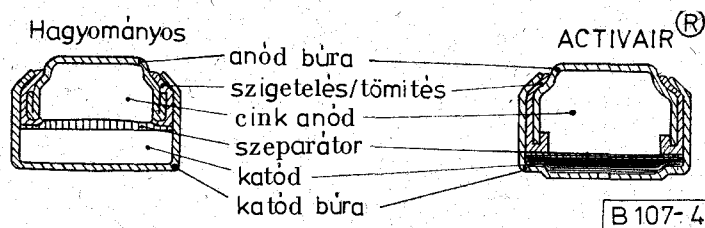
A levegőelemek

Az eddigi elemekben mindenütt fénoxidok voltak a redukálható összetevők, de sok más oxidáló reagenst is használnak a gyakorlatban. Ha viszont magát az oxigént (amit a levegőből nyerhetünk) használjuk redukáló komponensként, akkor magának a telepnek nem kell oxidáló reagenst tárolnia. A levegőelemek ötlete már az 1800-as években felmerült, s habár a korabeli vegyészek rájöttek, hogy a levegő oxigénje néhány fémmel elektromos energiát szolgáltatva reagálhat, ennek működő folyamatként való megvalósítása még komoly nehézségekbe ütközik.

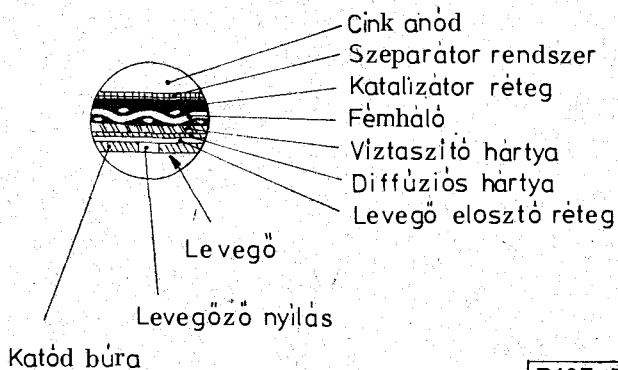
A levegőelektrodák előnye az összes többi fajta elektródával szemben a kis súlya és az, hogy nagy áramú működést képes fenntartani. Természetesen vannak hátrányai is, amiket megfelelő tervezéssel kell kiküszöbölni. Nem lehet teljesen zártra tokozni, feltétlenül szabad levegőn kell lennie az elektródának. Emellett az elektrolit felé is nyitva kell lennie, még-hozzá úgy, hogy az elektrolit is találkozzon a levegővel, ez korlátozza az elektrolit választásának lehetőségeit. Az illékonyak elpárolognak (a vizesek viszont megfelelően bizonyultak), a lúgosak széndioxidral szennyeződnek.

A fém—levegő rendszerben használandó fém megválasztásánál a tervezőnek kompromisszumos megoldást kell keresnie a könnyű oxidálás, elektrolittal szembeni stabilitás, egy adott energiafelszabadításhoz szükséges súly, költség és hozzáférhetőség között. Az alkalmazások legszélesebb körében a cinket találták a legmegfelelőbbnek minden tulajdonságában. Csak az 1930-as évektől tudtak bizonyos célokra cink-levegő telepeket sikeresen alkalmazni. Ezek a telepek katalitikusan aktivált porózus széntömböt használtak az elektrolit felületén eloszott oxigén reakciójának elősegítésére. A vastag szénkatód szerkezetben paraffin akadályozta meg, hogy az elektrolit elöntse a pórusokat és kiszökjön az elemből. Az anód fémes cink volt, az elektrolit pedig káliumhidroxid vizes oldata.

A teflon (politetrafluóretilén) megjelenésével az 1950-es években további fejlődés következett be, mivel az új anyag víztaszító, ugyanakkor a gázokra nézve porózus. A fizikai tulajdonságoknak ez a kombinációja, valamint általános vegyi ellenállóképessége alkalmassá tette, hogy az úrkutatás számára ultravékony, nagy teljesítményű oxigén katódokat hozzanak létre belőle. Lehetővé vált a nagy, viaszba mártott széntömb elektródákról lemondani, amik eddig korlátozták a cink-levegő telepek tervezését, kons-



4. ábra. Egy hagyományos és Activair elem keresztmetszete



B107-5

5. ábra. Activair levegő katód

frukcióját, teljesítményét. Gouldék átvették ezt a technológiát az űrkutatástól és kifejlesztették az Activair nevű cink-levegő gomelemet. Ebben az elemben egy mindössze 0,5 mm vastag levegő elektróda szolgál katódként. Ez az elektróda szeparáló, vezető, szerkezeti, katalizátor és nedvességátlló rétegekből áll többrétegű membrán (5. ábra). Mivel a katód katalitikusan működik, nyilvánvaló, hogy üzemelés közben nem fogy el. Az elem kapacitását nem a levegőből nyerhető oxigén mennyisége szabja meg, hanem a cinkanód korlátozza. Ez az elektróda 3 súlyszázalék higanyt tartalmazó cink-amalgám, finomszemszűrt formában, s a nagy felületének köszönhetően az elektróda kapacitása 0,8 amperóra grammonként. Az elem anódrésze tartalmazza a vizes lúgelektrolitot gél formában, a teljes térfogatban egyenletesen elosztva. Mivel a levegő elektróda ilyen vékony a fénoxid-elemek katódjához képest, melyeknek a szükséges oxigént maguknak kell tárolniuk és előállítaniuk, a cink-levegő elem cinkanódjának kapacitása kétszerese az azonos méretű hagyományosnak (4. ábra).

A háromfajta elem reakcióegyenlete a következő:

Higany: $\text{tárolt HgO} + \text{Zn} - \text{ZnO} + \text{Hg}$.

Ezüst: $\text{tárolt Ag}_2\text{O} + \text{Zn} - \text{ZnO} + 2 \text{Ag}$.

Activair: $\text{diffundált } \frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{Zn} - \text{ZnO}$.

A gyakorlatban ezeknek az elemeknek az üzemideje kétszerese a higany- vagy ezüstelemekének.

A 2. táblázat háromfajta levegős gomelem arányos kapacitását adja milliamperórában azonos méretű fénoxid elemekkel összevetve. A cink-levegő elemek folyamatos kisütés esetén sokkal hosszabb hasznos élettartamot adnak, mint az azonos méretű más gomelemek — a kisütő ellenállás mindegyikénél azonosan 620 Ohm. Ez világosan látszik a 6. ábrából.

Hasonló előnyök mutatkoznak szakaszos kisütésnél is. Ilyen körülmények között a levegőelem 27 napos üzemet ad, ez kb. 2,5-szer hosszabb, mint a többieké, ahogy ez a 7. ábrából is látható. A 6. ábrából figyelemreméltó még az is, hogy a levegőelemek kisütési feszültséggörbéje sokkal laposabb az egész, hosszabb élettartam alatt. Ennek az az oka, hogy a levegőelektróda működési sebessége független az elem kisütöttségének mértékétől. Ha az oxigént fénoxid katód szolgáltatja, az oxigénellátás sebessége függ attól, hogy mennyi fémdioxid marad. Ez az egyenletes feszültség szolgáltatás nyilvánvalóan nagy előny, mivel bármilyen berendezésben is üzemel, szükségte lenne teszi az utánállítást.

Van még egy technológiai előny, amely a gyártás során állandóságot, a felhasználónak pedig jobb minőséget jelent. Más elemekkel összevetve a levegős rendszerek viszonylag nagy cinkanódot használnak, melyet a gyártásban pontosan lehet mérni. A többieknek — mivel a két elektródaanyagból, a cinkanódból és fénoxid katódból kisebb mennyiségeket használnak — relatív hátránya, hogy a teljes kapacitás eléréséhez egymásnak megfelelő mennyiségek kellenek, és ezeket a kisebb mennyiségek miatt kisebb mérni.

A vékony katód alkalmazásának további következménye a levegőelem igen nagy energiasűrűsége. Még a kisebbek is elérhetnek 0,95 wattóra köbcéntiméterenkénti sűrűséget, a nagyobbak pedig elmehetnek egészen 1,5 Wh/cm³ és 500 Wh/kg-ig is. Még egy

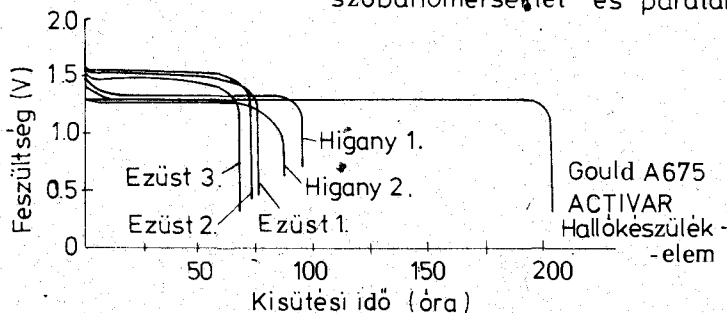
2. táblázat. Különböző elemek kapacitásának összehasonlítása

Típus/Méret	Higany	Ezüst	Activair
No 13	85	75	170
No 14	150	120	300
No 76			
No 675	180	190	400

Vizsgálati körülmények:

620Ω folyamatos terhelés

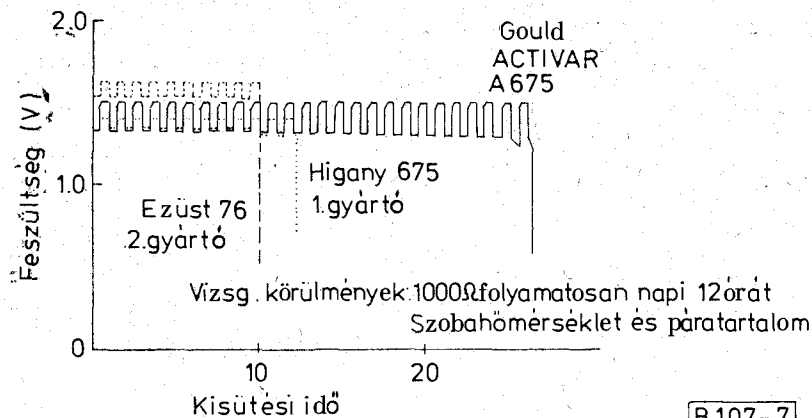
szobahőmérséklet és páratartalom



Az 1. 2. 3 szám különböző gyártókra utal.

B107-6

6. ábra. Különböző elemek folyamatos kisütési karakterisztikái



B 107-7

7. ábra. Három különböző elem szakaszos kisütési karakterisztikája

adat, bár ez a felhasználó számára kevésbé érdekes, hogy a felhasznált cink kapacitása 0,82 Ah fémcink grammonként.

Végül az új elem az ökológia területén is legyőzi a korábbiakat. Az ezüstelemekben értékes fémeket használnak, amit utána eldobnak. A higanyelemek használat után környezetszennyezési veszélyt jelentenek. A levegőelemek nem tartalmaznak ezüstöt, és csak századrészes mennyiségben higany(II)oxid-elemeket.

Az anódok között ebből a szempontból nincs különbség, mivel az mindegyiknél cink – de a technikai előnyök és a környezetvédelmi szempontok közötti általános egyensúly a levegőelemeknél van.

Felhasználások

A Gould Activair elemet 6 éves kutatás és fejlesztés

után 1977 őszén hozták ki az amerikai piacra. Az elemek első sorozatát speciálisan hallókészülékekhez tervezték, és ez is maradt az elemek fő piaca, bár most már kezdik egyéb elektronikus berendezésekbe is, például elektronikus órák, kalkulátorok, mikroprocesszorok stb. felhasználni.

Elkészült és sikerrel vizsgázott a közelítőleg 50 Ah kapacitású és 15 Wh/cm³ energiasűrűségű Activair elem prototípusa is. Ezek a nagyobb telepek még fejlesztés alatt állnak, de a hordozható elektronikus berendezések tervezői már egy nagyon reális tápáramforrásként tekinthetik a készülékek széles köre számára. Akár hosszabb élettartamot igényelnek a tervezők az elemektől, akár a hagyományossal azonos élettartamú, de még kisebb méretű elemekre van szükség, úgy tűnik, a cink-levegő elemek jelentős előnyöket kínálnak a többi elemfajtaival szemben.