

KERÁMIA HŰTŐBORDÁK LED ÉS LED DRIVER FÉLVEZETŐK HŰTÉSÉRE

– AZ ABC TAIWAN KÍNÁLATÁBÓL

Az elektronikai áramkörökben használt félvezetők, mint például a LED-ek vagy a meghajtásukhoz szükséges komponensek hőt termelnek, melynek megfelelő és gyors elvezetése, az eszköz hűtése kulcsszerepet játszik az élettartam, a megbízhatóság és a hatások maximalizálásában. A magas hatásokra való törekvés miatt általában nincs lehetőség a hűtéshez energiát kivonni a rendszerből, csak passzív megoldás jöhet szóba: ez a hűtőborda használata. A szokásos bordázott alumínium és réz hűtőbordák bizonyos területeken számos hátránnyal bírnak a mikroporózus kerámiaalapú változatokkal szemben, ilyenek például a tömeg, az egységnyi térfogatra vetített hőkapacitás és az aktív hűtőfelület nagysága is. A kerámia alapanyag a hűtőbordák két alapvető jellemzőjét biztosítja: az elektromos szigetelőképeséget és a hatékony hőenergia-elvezetést. Emellett támogatja a rendszer elektromágneses kompatibilitását, UV- és korrózióálló. Írásunkban az ABC Taiwan Electronics szabdalmán alapuló kerámia hűtőbordák jellemzőit mutatjuk be

Az elektronikai komponensekben keletkező hőt a lehető leggyorsabban el kell vezetni, mert ha a tokozáson belül marad, az eszköz megbízhatósága, élettartama és hatásoka is jelentősen csökken. A külső hűtés aktív és passzív módszerrel is megvalósítható. Előbbi esetben külső közvetítőközeg (folyadék vagy gáz) energiafelhasználással járó áramoltatásával hűthetjük az alkatrészt, ami a befektetett hasznos energia rovására megy, és a hatásokot csökkenti. (A hűtés fenntartásához szükséges energiát az eszköz táplálására szánt energia egy része biztosítja.) Ha hosszú élettartamú, mozgó elemeket nem tartalmazó, gazdaságos megoldásra van szükség, mint például LED-alapú világítás-technikai rendszerekben, a passzív hűtés jó hővezető és nagy hőleadó felülettel rendelkező hűtőborda használatával valósítható meg. Az alumínium és réz hűtőbordák az iparban nagyon elterjedtek, de az ideális anyagnak elektromosan szigetelőnek, mindemellett viszonylag jó hővezetőnek kell lennie. Fém hűtőbordákkal operálva különböző lakk- és védőrétegek alkalmazására van szükség, ami a gyártás során plusztechnológiai lépéseket, -költségeket feltételez, és potenciális veszélyt jelent leválásuk, a korrózió és a különböző termikus együtthatókból eredő degradálódás veszélye is. A rétegek átmenetei a hővezetést akadályozhatják, ezáltal növelve a rendszer termikus ellenállását.

Az LED hűtőrendszer termikus viselkedése

Az LED P-N átmenetén keletkező hő állandó áramú hőforrásként értelmezhető, emi-

att az átmenet hőmérséklete elérheti a külső hőmérséklet feletti (T_{amb}) kritikus T_j (junction) értéket. A jelenség leírható az elektromos hálózatokkal analóg módon, ahol a hőenergia megfeleltethető az elektromos áramnak, a hatására fellépő hőmérséklet-változás pedig az elektromos feszültségésnek. Az Ohm-törvény hőtani változatának megalkotásához be kell vezetni az elektromos ellenállással analóg, az anyagra jellemző termikus ellenállás fogalmát. Minél nagyobb hőenergia áramlik át az adott termikus ellenállású anyagon, annál nagyobb lesz a hőmérséklet-emelkedés:

$$T_{j-a} = P_d * R_{th(j-a)},$$

ahol P_d a disszipált teljesítmény [W], T_{j-a} a P-N átmenet hőmérsékletének a külső hőmérsékletet meghaladó része [°C], $R_{th(j-a)}$ a P-N átmenettől a környező levegőig terjedő rendszer teljes termikus ellenállása [°C/W].

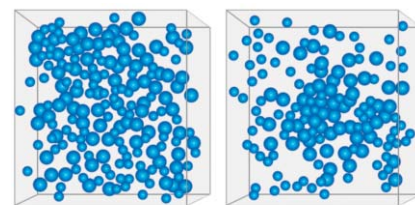
Amikor a tervező a LED P-N átmenetnek hőmérsékletét adott terhelés mellett a kritikus szint alatt szeretné tartani, az egyetlen lehetőség a teljes rendszer termikus ellenállásának minimalizálása, amely az egyes átmenetek termikus ellenállásainak az eredője: a P-N átmenet és a tokozás ($R_{th(j-c)}$), a tokozás és a külső szigetelés, a szigetelés és a hűtőborda, a hűtőborda és a levegő közti termikus ellenállások összege.

Nincs mód az $R_{th(j-c)}$ változtatására, bár ez általában amúgy is alig számottevő a többi termikus ellenállás mellett, ám igenis befolyásolható a többi átmenet termikus ellenállása $R_{th(c-a)}$, ami a hűtőborda feladata.

A hő elsősorban hővezetés és hőátadás útján távozik, de a sugárzás is fontos szerepet játszik. Emiatt az ideális hűtőtönk hőellenállása a jó hővezetés biztosítására kicsi, és nagy hőleadó felülettel rendelkezik, ami a hőátadást és a -sugárzást segíti. Az alkatrész tokozása és az érintkezőfelület (pl. hűtőborda vagy mica, esetleg műanyag szigetelés) közé esetlegesen beszorult légzárványok okozta átmeneti termikus ellenállás-növekedés kiküszöbölésére természetesen szükséges a speciális hővezető paszta használata. Ez biztosítja az átmenetek számára legkedvezőbb termikus kapcsolódást, de a teljes $R_{th(j-a)}$ minimalizálásában a hűtőborda kialakítása játszik kulcsszerepet.

Kerámia hűtőbordák

Az anyagtechnológia manapság már lehetővé teszi olyan kisebb méretű és tömegű mikroporózus kerámia hűtőtönkök kialakítását, melyek alkalmasak a keletkezett hőt gyorsabban és hatékonyabban disszipálni, mint ahogy azt a hagyományos fémváltozatoknál már megszokhattuk.



Általános szerkezet
Szabályos elrendezés

Mikro-porózus szerkezet
Szabálytalan elrendezés

A mikroporózus szerkezet nagy, hatásos hőleadó felületet eredményez, így az ilyen típusú hűtők hőleadó képessége nagyságrendekkel növekszik. Az MPC (micro porous ceramics) rendkívül nagy felületen érintkezik a levegővel, és a hőátadás és -sugárzás számára ideális feltételeket biztosít. Ez kulcsfontosságú a passzív hűtésben. Az MPC hatásos hőleadó felülete min. 30%-kal nagyobb, mint a fémtönköké, így ugyanannyi idő alatt több hő leadására képes. Ha a szokásos bordázott kialakítású fém hűtőbordákkal hasonlítjuk össze, az MPC kerámiahűtő kisebb, könnyebb, mégis jobb hőleadási tulajdonságokkal rendelkezik.

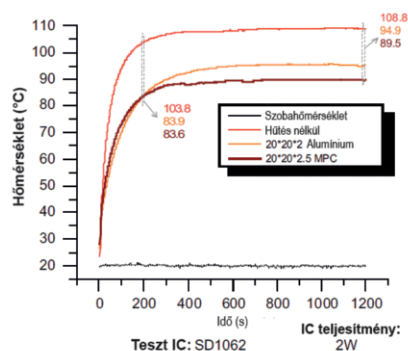
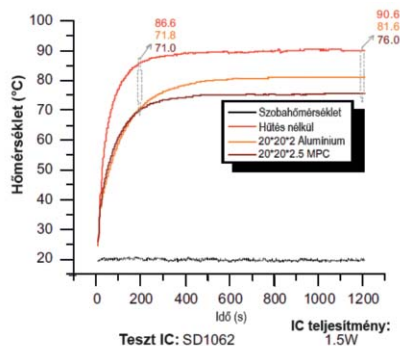
	Sűrűség (g/cc)	Hővezetés (W/m·K)	Hőkapacitás (J/g·°C)
Cu	8,96	385	0,385
Al	2,7	210	0,9
MPC	3,1	125	0,67

A fenti táblázatból azt olvashatjuk ki, hogy az alumínium és a réz önmagában jobb hővezető képességű és a réz alacsonyabb hőkapacitású is, mint az MPC, viszont egységnyi térfogatra vetítve a helyzet megváltozik:

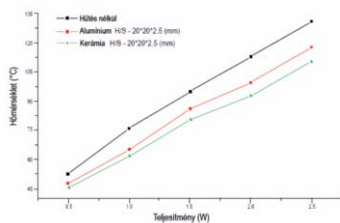
Ahogy az a táblázatban látszik, egységnyi térfogatra vetítve az MPC a legalacsonyabb hőkapacitás-értékkel rendelkezik, ami azt jelenti, hogy rövidebb ideig tartja a hőt, és hamarabb képes leadni. Emellett tömege is sokkal alacsonyabb a rézénél és alig magasabb az alumíniuménál.

	Térfogat (cm ³)	Tömeg (g)	Térfogat egységnyi hőkapacitás
Cu	1	8,96	3,45
Al	1	2,6	2,43
MPC	1	3,1	2,08

Ha összehasonlítjuk egy IC különböző anyagú hűtőbordával (Al, Cu, MPC) törté-
nő hűtését, látható, hogy az MPC megszűnik fel a legkevésbé:



Meg kell azonban jegyezni, hogy az MPC hővezető képessége (125 W/mK) önmagában gyengébb, mint az alumíniumé (210 W/mK) vagy a rézé (385 W/mK). Emiatt az MPC nem igazán használható nagy teljesítményű LED (5 W felett) hűtésére, mert ezekben az esetekben a hővezetésnek nagy szerepe van a hűtésben, itt a bordázott fém hűtőtömlők jobban használhatóak. Alacsonyabb teljesítmények esetében azonban az MPC extrém hőleadó ké-



pessége és egyéb előnyös tulajdonságai jobban megmutatkoznak. Köznapi megfogalmazással élve az MPC verhetetlen a hő levegőbe való disszipálásában, de gyengébb a hő elvezetésében. Egy kisméretű fém hővezető lapka és kerámia hűtőtömlő kombinációja ideális alternatívája lehet egy nagyméretű, nehéz fém hűtőborda alkalmazásának.

Alacsonyabb teljesítmények esetén az MPC hűtőborda hőmérséklete végig a fémváltózatoké alatt marad.

Mivel a kerámia hűtőborda elektromosan szigetelő anyagú (egészen AC 5000 V-ig), az antennaeffektus nem jelentkezik, emiatt a rendszer elektromágneses kompatibilitása növekszik, nem kell EMC/EMI konzekvenciákkal számolni.

A porózus anyagszerkezet miatt a hőleadó felület sokkal magasabb, mint fémek esetén és a kisebb szükséges méretnek és tömegnek hála komoly hely- és költségmegtakarítás érhető el a fémváltózatokhoz képest. Ráadásul ez a könnyű és vékony (2 mm) borda a gyártás során könnyen alakítható, így változatos formákban és kivitelekben kapható. Mivel egyszerű a gyártástechnológiája, alapanyaga a fémekénél sokkal olcsóbb, használatával komoly megtakarítások érhetünk el.

A habosított alumínium és kerámia hűtőbordák tulajdonságai az alábbiakban hasonlíthatók össze:



- A habosított alumínium hőleadási kapacitása 5 W/cm², így az ekvivalens konvekciós hővezetési tényező 0,5 W/cm²°C.
- Az MPC-nek hőleadás-kapacitása 229,1 W/cm², így az ekvivalens konvekciós hővezetési tényező 12,06 W/cm²°C.

Ebből megállapítható, hogy az MPC alapanyagú hűtőborda jobban teljesít az 5 W-nál alacsonyabb teljesítményű félvezetőkben keletkezett hő disszipálásában.

KISS ZOLTÁN

ENDRICH BAUELEMENTE VERTRIEBS GMBH

WWW.ENDRICH.HU