



Kerámia hűtőbordák LED és LED driver félvezetők hűtésére – ABC Taiwan

Az elektronikai áramkörökben használt félvezetők, mint például a LED-ek, vagy a meghajtásukhoz szükséges komponensek hőt termelnek, ennek megfelelő és gyors elvezetése, az eszköz hűtése kulcsszerepet játszik az élettartam, a megbízhatóság és a hatásfok maximalizálásában. A magas hatásfokra való törekvés miatt általában nincs lehetőség a hűtéshez energiát kivonni a rendszerből, csak passzív megoldás jöhet szóba. A megoldás a hűtőborda használata. A szokásos bordázott alumínium és réz hűtőbordák bizonyos területeken számos hátránnyal bírnak a mikroporózus kerámia alapú 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 támogatja: az elektromos szigetelő képességet és a hatékony hőenergia elvezetést. Ezek mellett támogatja még a rendszer elektromágneses kompatibilitását, UV és korrózióálló. Írásunkban az ABC Taiwan Electronics szabadalmán alapuló kerámia hűtőbordák jellemzőit mutatjuk be.

Az elektronikai komponensekben keletkező hőt a lehető leggyorsabban el kell vezetni, mert ha ez a tokozáson belül marad, az eszköz megbízhatósága, élettartama és hatásfoka is jelentősen csökken. A külső hűtés aktív és passzív módszerrel is megvalósítható. Előbbi esetben külső közvetítő közeg (folyadék, vagy gáz) energia-felhasználással járó áramoltatásával hűthetjük az alkatrészt, ez a befektetett hasznos energia rovására megy, és a hatásfokot 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 világítástechnikai 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 anyag elektromosan szigetelő, mindemellett viszonylag jó hővezető kell, hogy legyen.

Fém hűtőbordákkal operálva különböző lakk és védőrétegek alkalmazására van szükség, ami a gyártás során plusz technológiai lépéseket, költségeket feltételez és potenciális veszélyt jelent ezek leválása, valamint a korrózió és a

különböző termikus együtthatókból eredő degradálódás veszélye is.

A rétegek átmenetei a hővezetést akadályozhatják, ezáltal növelve a rendszer termikus ellenállását.

A LED hűtőrendszer rendszer termikus viselkedése

A LED P-N átmenetén keletkező hő állandó áramú hőforrásként értelmezhető, emiatt 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 hőmérsékletváltozás 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 hőmérsékletemelkedés:

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

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]

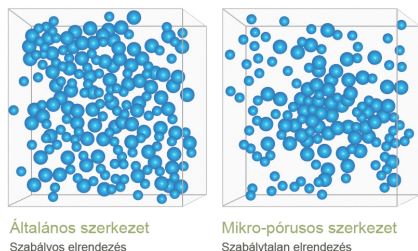
Amikor a tervező a LED P-N átmenetének hőmérsékletét adott terhelés

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 a $R_{th(j-c)}$ változtatására, bár ez általában amúgy is alig számottevő a többi termikus ellenállás mellett, azonban igenis befolyásolható a többi átmenet termikus ellenállása $R_{th(c-a)}$, ami a hűtőborda feladata. A hő elsősorban a hővezetés és hőátadás útján távozik, de a sugárzás is fontos szerepet játszik. Emiatt az ideális hűtőtönk hőellenállása kicsi a jó hővezetés biztosítására, és nagy hőleadó felülettel rendelkezik, ami a hőátadás és a sugárzást segíti. Az alkatrész tokozása és az érintkező felület (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

Manapság az anyagtechnológia már lehetővé teszi olyan kisebb méretű és

tömegű mikro-porózuskerámia hűtőtönkök kialakítását, melyek alkalmasak a keletkezett hőt gyorsabban és hatékonyabban disszipálni, mint ahogy azt a hagyományos fém változatoknál megszokhattuk



.A mikro-pórusos 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%-al nagyobb, mint a fém tönköké, így ugyanannyi idő alatt több hő leadására képes.

Ha a szokásos borázott kialakítású fém hűtőbordákkal hasonlítjuk össze, az MPC kerámiahűtő kisebb, könnyebb mégis jobb hőleadási tulajdonságokkal rendelkezik.

A 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:

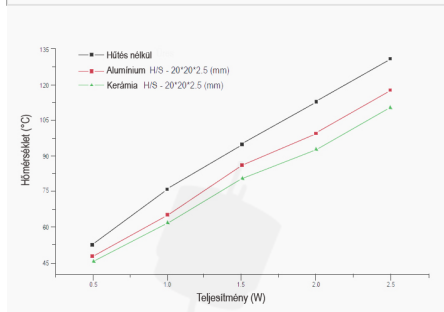
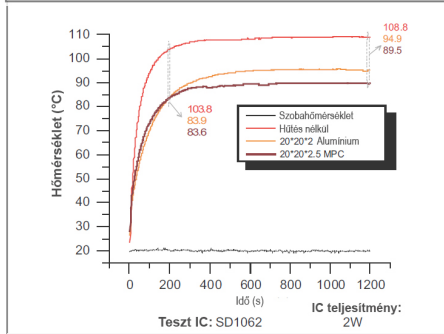
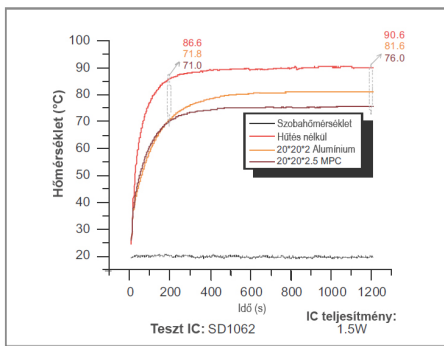
	Sűrűség (g/cc)	Hővezetés (W/m-k)	Hőkapacitás (J/g-°C)
Cu	8.96	385	0.385
Al	2.7	210	0.9
MPC	3.1	125	0.67

Ahogy az a táblázatban látszik, egységnyi térfogatra vetítve az MPC a legalacsonyabb hőkapacitás értékkel

	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

rendelkezik, a mi azt jelenti, hogy rövidebb ideig tartja a hőt, azt hamarabb képes leadni. Emellett tömege is sokkal alacsonyabb a rézénél és alig magasabb az alumíniuménál. Ha összehasonlítjuk egy IC különböző anyagú hűtőbordával (Al, Cu, MPC) történő hűtését látható, hogy az MPC melegszik fel a legkevesbé (ld. ábra). Meg kell azonban jegyezni, hogy az MPC hővezető képessége (125 W/mK) önmagában gyengébb, mint az alumíniumé (210W/mK) vagy a rézé (385mK). Emiatt az MPC nem igazán használható nagy teljesítményű LED (5W felett) hűtésére, mert ezekben az esetekben a hővezetésnek nagy szerepe van a hűtésben, itt a bordázott fém hűtőtönkök jobban használhatóak.

Alacsonyabb teljesítmények esetében azonban az MPC extrém hőleadó képessége 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 hűtőtönk kombinációja ideális alternatívája lehet egy nagyméretű, nehéz fém hűtőborda alkalmazásának.

Alacsonyabb teljesítmények esetén a MPC hűtőborda hőmérséklete végig a fém változatoké alatt marad. Mivel a

kerámia hűtőborda elektromosan szigetelő anyagú (egészen AC 5,000 V-ig), az antenna effektus 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 méret és tömeg miatt komoly hely- és költségmegtakarítások érhetők el a fém változatokhoz képest. Ráadásul ez a könnyű és vékony (2 mm) borda gyártás során könnyen alakítható, így változatos formákban és kivitelekben kapható. Mivel egyszerű a gyártástechnológiája, alapanyaga a fémeknél sokkal olcsóbb, komoly megtakarításokat érhetünk el használatukkal. A habosított alumínium és kerámia hűtőbordák tulajdonságai az alábbiakban hasonlíthatók össze:

* A habosított alumínium hőleadási kapacitása 5W/cm², így az ekvivalens konvekciós hővezetési tényező 0.5W/cm²°C.

* Az MPC hőleadás kapacitása 229.1W/cm², így az ekvivalens konvekciós hővezetési tényező 12.06W/cm²°C.

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

