

Dielektromos zománcozás rendkívüli tulajdonságokkal

Rudi Meinen, Ferro Techniek
Eckhard Voß, Wendel
Email Mitteilungsblatt, 2006.02.


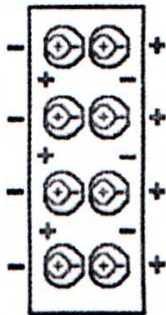
(Fordította: Dr Való Magdolna)

1. A dielektromos zománc definíciója és tulajdonságai

A dielektrikum definíciója a következő: a dielektrikum egy igen nagy specifikus ellenállású anyag (10^8 - 10^{14} Ω m). A dielektrikumok elektromosan majdnem egyáltalán nem vezetnek, de polarizálható anyagok, ezért gyakran az izolátor szót, mint a dielektrikum szinonimáját alkalmazzák (**1.ábra**). Egy ideális dielektrikumnak nincs szabad töltéshordozója, az igazi dielektrikumok határa a félvezetőkkel szemben homályos. A dielektromos viselkedést minden aggregát állapotban meg kell állapítani, mind kristályos, mind amorf anyag esetében. A „dielektrikum” fogalmat mindenekelőtt akkor alkalmazzák, ha nem csak az anyag izoláló tulajdonságáról van szó, hanem különösen egy kondenzátor fegyverzete közötti viselkedéséről, amelynek nagy a kapacitása a vákuumértékkel szemben. Egy anyag dielektromos viselkedése, az elektromágneses hullámokkal szembeni transzmissziós és az abszorpciós tulajdonságaira vonatkozóan, elméletileg a komplex dielektromos állandójával, illetve a veszteségi szögével írható le; technikai szempontból a jellemzéséhez az átütési szilárdságának E_{DS} van jelentősége.

A dielektrikumokat célszerűen szerves és szervetlen dielektrikumokra osztják fel. Szerves dielektrikumok az elemek, mint a kén, a foszfor, a bór, továbbá a gyémánt; a legtöbb gáz (folyékony és szilárd állapotban is); a szilíciumdioxid és a fémoxidok, mint az alumíniumoxid és a tantáloxid; üvegek, kerámiák, csillám és az aszbeszt. Szerves dielektrikum gyakorlatilag minden szerves vegyület, kivéve azokat, amelyek jellegzetes módszerrel konjugált kettős kötésűek, néhány molekulakomplex és pirolizált grafit-szerű termék. Ismert képviselői a polimerek, mint a polisztirol, polivinilklorid, polietilén, borostyánkő, gyanta, parafin, olajok és sok más szerves folyadék.

Az általános definíció szerint a dielektromos zománcnak tehát nagy fajlagos ellenállásúnak és nagy átütési szilárdságúnak kell lennie. Ezeket a tulajdonságokat meg kell tartania széles hőmérséklet-tartományban. Például egy főzőlap teljes keresztmetszetében tág hőmérséklet tartományban ellenállónak kell lennie. Dielektromos zománcokkal kell bevonni a kerámia testre kötött huzaltekercseket és azok a használatnál nem mutathatnak semmiféle repedezést. A dielektromos zománcok kémiai ellenállóképessége alárendelt jelentőségű. A zománcok lehetnek direktzománcok vagy alkalmazhatók fedőzománcokként. A tulajdonságokat előnyösebb alkáliamentes zománcokkal elérni. Különösen a direktzománcoknál nehéz elérni az összes tulajdonságot, mint kötés, tágulás és nedvesítés. Különös jelentősége van a zománc buborékszerkezetének. A zománc összetétele lényegesen befolyásolja a buborékszerkezetet.

	<p>Szigetelésnél az elektronok az atomot nem hagyhatják el. Nem lehet külső elektromos mező, így az elektronok töltési súlypontja az atomburokba esik, a pozitív töltésű atommag töltési súlypontjával együtt.</p>
	<p>Külső töltés hatása alatt (tehát ha elektromos mező van) eltolódnak ezek a töltési súlypontok. Az atomburok könnyű elektronjait a külső pozitív töltések, a nehéz atommagot a külső negatív töltések kissé magukhoz vonják. Az atomok az izolátorban kis elektromos dipóllá alakulnak, polarizálódnak. Ezért az izolátort dielektrikumnak is nevezik</p>

1.ábra
A dielektrikum sémája

2. A sikeres zománcozás feltételei

Ha megvan az alkalmas zománc vagy zománckombináció, biztosított az egyenletes minőségű termék. A komplikált, drága alkatrész kiesése a teljes komplett eszköz kiesését okozza. A hibalehetőségek analízise szerint a következő hiba okok lehetségesek a gyártás során:

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. zománccfritt | - minőség |
| 2. iszap | - előkészítés |
| 3. hordozóanyag | - minőség |
| 4. zománcozás | - körülmények |
| 5. szitanyomás | - kivitel |
| 6. szerelés | - körülmények |

Ezeket a fő pontokat különböző tényezők támasztják alá. Például a zománc minőségét a következő pontok befolyásolják:

- 1.1 nyersanyagok
- 1.2 olvasztási körülmények
- 1.3 malomadalékok
- 1.4 a hordozóanyaggal történt reakciók
- 1.5 égetési feltételek

A frittgyártó felelőssége a zománccgyártás. A minőséget és a zománc tulajdonságait a nyersanyagok kiválasztása és az olvasztási körülmények befolyásolják

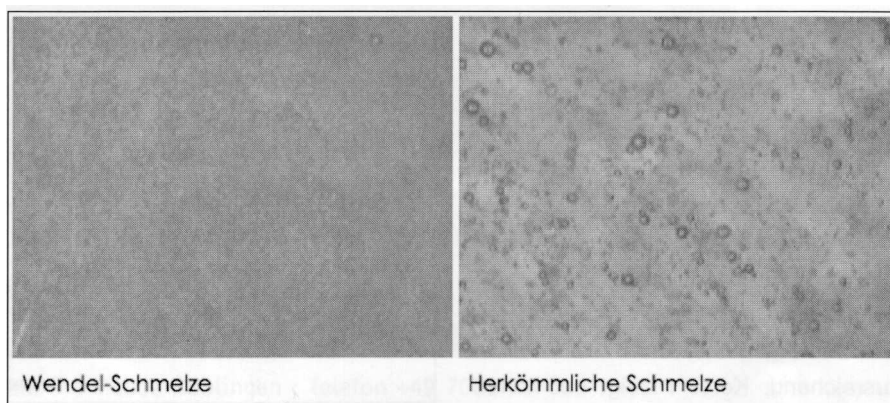
1.1 Nyersanyagok

A nyersanyagokat úgy kell kiválasztani, hogy az olvadék egyenletes kigázosodása biztosított legyen. A dielektromos zománcok adalékai megkövetelik az összetétel igen pontos betartását. Idegen elemek csekély mennyisége megváltoztathatja az elektromos tulajdonságokat. A nyersanyagok kiválasztásánál nagy súlyt kell fektetni a minőség egyenletességére.

1.2 Olvasztás

Az átütési szilárdságot jelentősen befolyásolja a buborékképződés mértéke. A 2001 évi DEV napokon a Wendel ismertette a szabadalmaztatott olvasztási metódusát. Mint ahogyan Lipcsében előadtuk, ezt az olvasztási metódust egyenesen a dielektromos zománcok számára állítottuk elő. Az átütési szilárdság számára különösen a szabálytalan buborékképződés és a nagy buborékok kedvezőtlenek. A szabadalmaztatott olvasztási eljárás biztosítja, hogy egyenletes buborékeloszlás jöjjön létre. A **2.ábrán** ugyanaz a zománc látható Wendel olvasztási eljárással és egy forgó kemencében történt szokásos olvasztás után. A Wendel olvasztási metódus által meggátolható, hogy a zománcban nyersanyag maradékok legyenek. A nem kiolvasztott nyersanyag oka lehet a lokális nagy buborék képződésének, és pl. a fekete pontoknak a titánfehér zománcban.

Az a lehetőség, hogy forgókemencében homogén olvadékot állítunk elő, és hogy hengerek között hűtjük le, egyenletesen homogén olvadékhoz vezet. A malomadaléknál, az acélminőségénél és a beégetési körülményeknél fennálló hibalehetőség kiküszöböléséhez nem kerültünk közelebb. Ha a dielektromos zománc FMEA szerinti előállítását vesszük figyelembe, felismerjük ennek a terméknek a komplexitását. A zománc és a zománcozás lényeges része a gyártási folyamatnak. A folyamat uralásához feltétlenül fontos a hibalehetőségek ismerete. A zománc tulajdonságait meghatározott vizsgálati ráfordítással kell megállapítani. Összehasonlítva a zománcfelhasználással megnövekedett laborköltségekkel kell számolni.

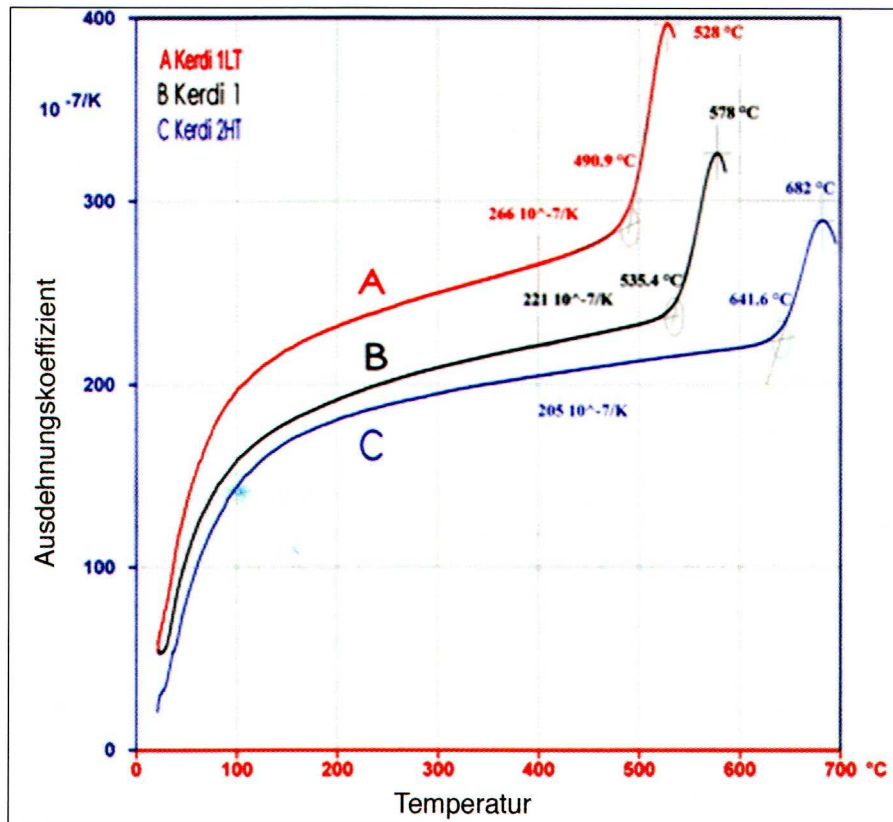


2. ábra

3. Az új zománc típus dilatometrikus adatai.

A zománcozott alkatrészeknek például egy kb. 75 cm² felületen 3500 Watt teljesítményt kell átvennie. A hőmérsékletváltozás és a hőmérsékletkülönbség ezen a felületen nagyon extrém. A repedések elkerüléséhez a zománcnak nagy nyomófeszültség alatt kell lennie. Egyidejűleg az alkalmazási hőmérsékletet a lehető legnagyobb hőmérsékletre kell eltolni. Ehhez a kötésnek a nemesacélon nagyon

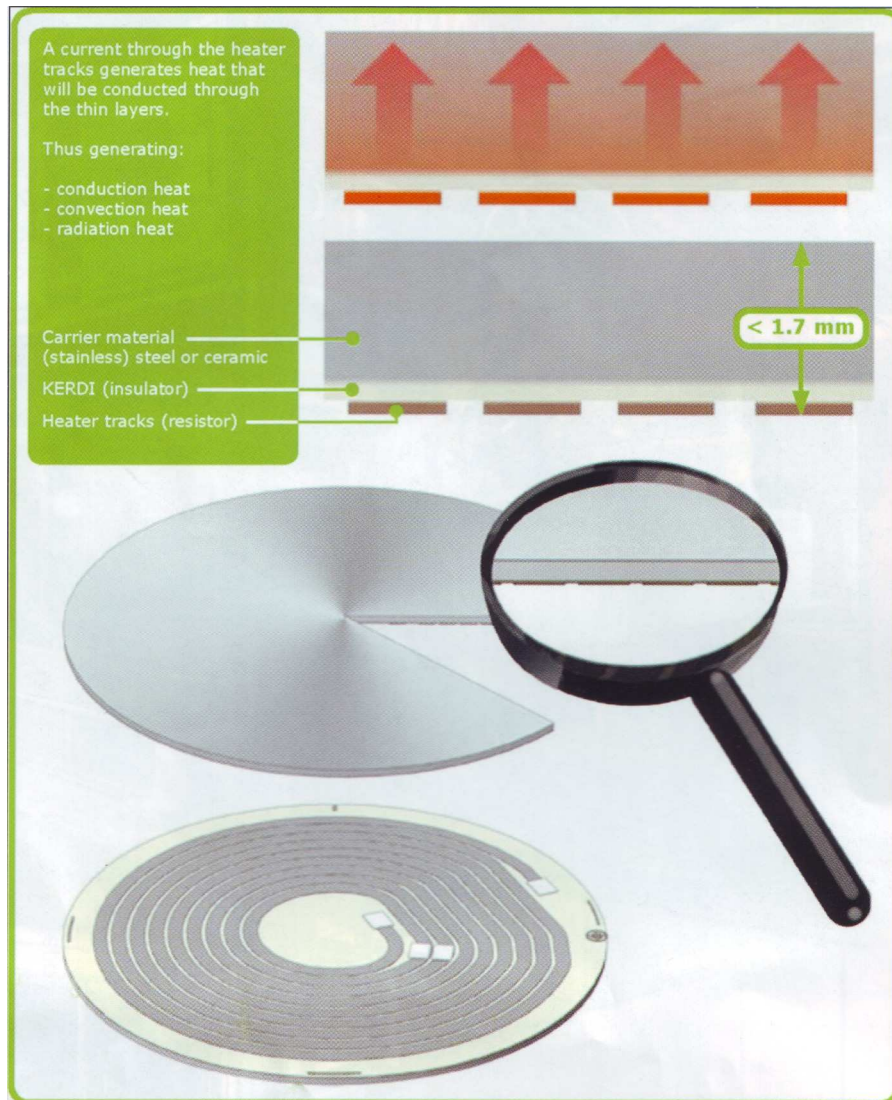
jónak kell lennie. A **3.ábrán** különböző dielektromos zománcok láthatók. Az új típus, mint Kerdi HT (Kerdi = Keramisches Dielektrikum) van jelölve, a T_g transzformációs tartományban fekszik, messze az eddigi Kerdi típus T_E lágyulási hőmérséklete felett. Az új zománccal teljesen új tulajdonságokat értünk el.



3. ábra
A Kerdi variánsok tágulási együtthatói

4. A Kerdi 2 tulajdonságainak összehasonlítása a Kerdi 1-gyel

A réteg elemei a **4.ábrán** látható módon van felépítve: a fémalap (Carrier sheet metal) többnyire ferrites nemesacél. Ha a zománc tágulási együtthatójának nagyoknak kell lennie, lehet ausztenites (nem mágneses) nemesacélt alkalmazni. A fűtőelem (Thick Film circuit) főként meghatározott ellenállású ezüstből áll. A fedőréteg feladata az elemet az atmoszférikus és a mechanikus hatásoktól megvédeni. A fedőréteg lehet egy zománc vagy egy szerves-szervetlen réteg, a fellépő hőmérséklet-terheléstől függően, és attól, hogy az alkatrész milyen atmoszférának van kitéve.

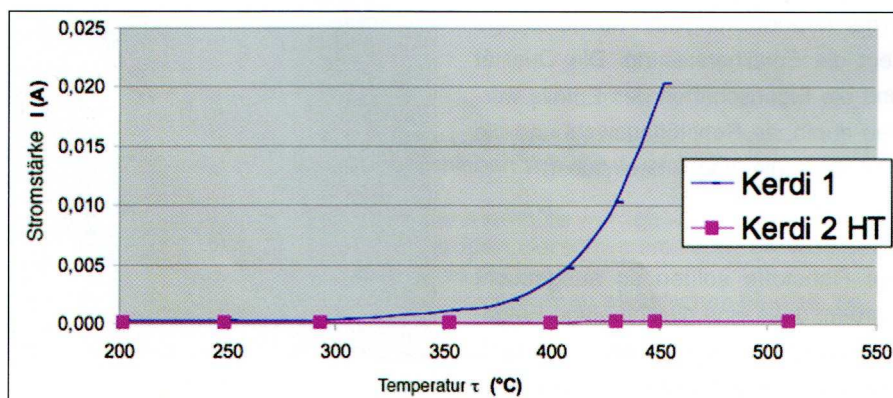


4. ábra
A réteg elemeinek felépítése

A Kerdi 2 kifejlesztését a következő szempontok és a lényeges javítások irányították:

- a. hosszabb élettartam magas hőmérsékleten
- b. alacsonyabb levezetési áram magas hőmérsékleten
- c. jó átütési szilárdság az egyenletes eloszlású, kevés buborék által
- d. nagy nyomófeszültség
- e. beállítható levezetési áram.

Némely termék számára a Kerdi 1 hőállósága nem kielégítő. A Kerdi 1 magas hőmérsékleten (>350°C) túlságosan nagy levezető áramot mutat. A levezető áramot a felületen a földeléssel szemben mérik. Nagy fűtőfelületnél, mint a pirolitikus tűzhelynél és a piritónál, a levezető áram túlságosan nagy. A Kerdi 1 élettartama 350°C felett, a nagy levezető áram által hátrányosan befolyásolt. A Kerdi 1 és a Kerdi 2 levezető árama az **5.ábrán** látható.



5. ábra
Levezető áram a hőmérséklet függvényében

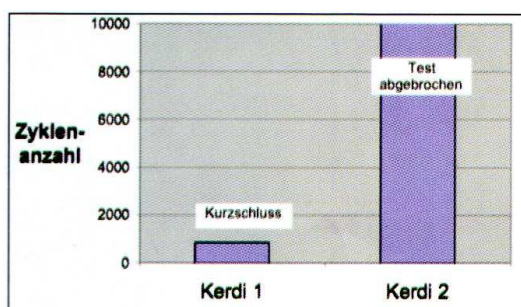
Még nagyobb befolyása van az élettartamra magas hőmérsékleten a nyomófeszültségnek. Igen magas hőmérsékletnél és nagyon nagy hőmérsékletkülönbségnél a zománcrian nagy húzó- és nyírófeszültség keletkezik. Ezek a feszültségek repedéseket okozhatnak, amelyek a fűtőelemben az ellenállás növekedéséhez vezet. Az ellenállás növekedése átégeti az elemet, rövidzárlat keletkezik. A repedések keletkezését a magas nyomófeszültség gátolhatja. A nyomófeszültség a Kerdi és az acél különböző tágulása által keletkezik, és az ebből eredő neutrálpont határozza meg. A Kerdi 2 nyomófeszültsége 2,3-szor nagyobb mint a Kerdi 1-é.

Nagyon magas nyomófeszültségénél magasabb követelményt állítunk a kötéssel szemben. A fritt, a malomadalék és az acél előkezelésének optimalizálásával a ferrites nemesacélon a Kerdi 2 – vel igen jó kötés érhető el. A tulajdonságok összehasonlítása szerepel a **6.ábrán**.

	Kerdi 1	Kerdi 2
Nyomófeszültség (x 10 ⁸ Pa)	1,1	2,3
Kötés (N/mm ²)	10	25

6.ábrán

A nagy nyomófeszültség, a magas lágyuláspont és az alacsony levezető áram által a Kerdi 2-vel hosszú élettartam érhető el magas hőmérsékletnél. Az új fejlesztés lehetővé teszi a magas munkahőmérséklet alkalmazását. A **7.ábrán** a vizsgálati eredmények láthatók 500°C-on. Nagyon magas hőmérsékleten (700-800°C) is hiba nélkül alkalmazhatók az elemek.



7. ábra
Élettartam vizsgálat

5. Túlhevítésvédelem levezető árammal

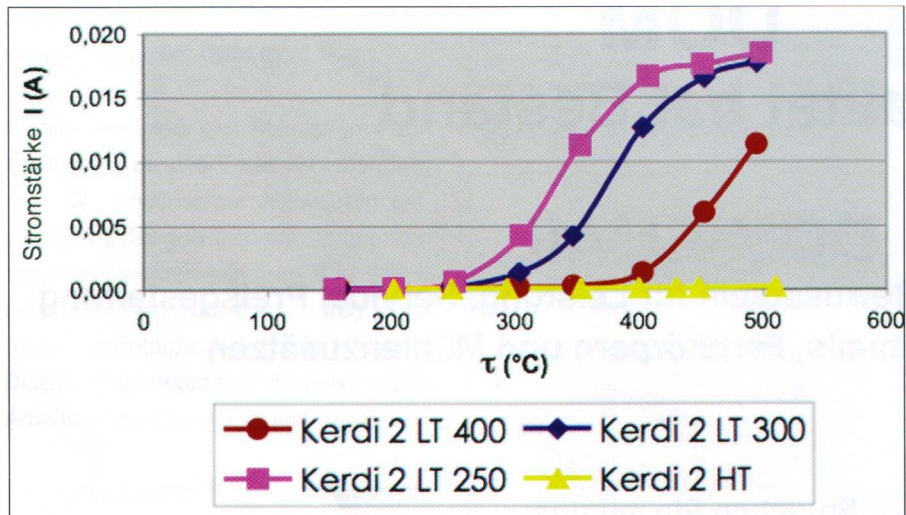
A túlhevítést a levezető árammal szabályozni lehet (szabadalom). A levezető áram az üvegben a hőmérséklettől és az összetételtől függ. Egy meghatározott hőmérséklettől exponenciálisan növekszik a levezető áram az üvegben (**8.ábra**)

A Kerdi 2 alacsony levezető árama miatt úgy változtattuk a zománcot, hogy a kívánt hőmérsékletnek megfelelően a kívánt levezető áram beállítható legyen. A variációk a **9.ábrán** láthatók. Az új szabadalmaztatott lehetőség által a kívánt munkahőmérsékletre lehet beállítani a réteg elemeit.

A levezető árammal történő túlhevítésvédelem előnye, hogy az elem teljes felülete biztosítva van, ellentétben a bimetallal, amelynél a felületnek csak kb. 5% biztosított. A kapcsolási idő is nagyon gyors. Ezért nagyon nagy ennek az elemnek az élettartama.



8. ábra
E-FAST- technológia



9. ábra
Különböző munkaáramok

6. Alkalmazási lehetőségek

A következő termékek már gyártásban vannak vagy lehetőség van a gyártásukra Kerdi 2-vel:

- a. Nagy fűtőfelületek
grill-lapok, főzőlapok, sütőkamrák
- b. Kis fűtőfelületek
vízmelegítők, rizsfőzők, átfolyós kisméretű melegítők, piritók
- c. Háztartási eszközök
bojlerek, átfolyós nagyméretű melegítők, fali sugárzó panelek
- d. Ipari alkalmazások
másológépek, hegesztőgépek
- e. Autóipar és infrastruktúra
esőérzékelők, váltófűtések

7. Összefoglalás

A frittgyártó és a feldolgozó szoros együttműködésével új termék született. Az új anyag a különböző Kerdi-variánssal lehetővé teszi a hőátadást teljesen új terméknél. A zománc ismét bizonyította, hogy olyan anyag, amelynek számos lehetősége van.

