

## A miniatürizálás újabb eszközei: lézeres strukturálással gyártott 3D-MID és műanyagba ágyazott mágnesek

*Tárgyszavak: elektronika; miniatürizálás; 3D-MID; lézeres strukturálás; mikroméret; speciális alapanyagok; finom szerkezet; mikromágnesek.*

*Háromdimenziós apró kapcsolókat olyan alapanyagból lehet gyártani, amely lézerfényvel aktivizálható „fémcsírákat” tartalmaz. Amikor a felületet fémmel vonják be, a fém csak a lézersugárral végigpásztázott és ilyen módon aktivált felületen tapad meg. Ezzel az eljárással gazdaságosan lehet nagyon finom vezető pályákat kialakítani.*

*Nagyon kicsi és néha bonyolult formájú mágneseket pedig úgy lehet készíteni, hogy mágnesezhető fémport kevernek műanyagmátrixba, majd a keverékből tetszőleges formájú darabot fröccsöntenek.*

### 3D-MID előállítás gyorsabban, olcsóbban

#### Lézeres strukturálás kétkomponensű (2K) fröccsöntés helyett

A háromdimenziós kapcsolóberendezéseket (3D-MID, 3D molded inter-connected device) többnyire kétkomponensű fröccsöntéssel állítják elő, amelyet kémiai felületkezelés és szelektív fémbevonás követ. Ez a viszonylag nagy beruházási költségeket igénylő eljárás csak nagyobb darabszám esetén fizetődik ki. A közvetlen lézeres strukturálás (LDS, Laser direkt Strukturierung) olyan eljárást kínál, amelynek segítségével le lehet állni a drága 2K fröccsöntésről, és a kapcsoló vázát hagyományos fröccsöntéssel is elő lehet állítani. Ezt követően lézeres strukturálás és fémbevonás következik. Mivel a 2K fröccsöntéshez képest lényegesen kisebbek a szerszámköltségek, az egész eljárás olcsóbbá válik.

A módszer másik nagy előnye a rugalmasság. A CAD rajzok alapján ugyanis a számítógépből közvetlenül a lézeres megmunkáló egységbe jutnak az aktuális geometriai adatok. Éppen ezért a lézeres strukturáláshoz egyáltalán nem is kell szerszám, és elmarad a munkaigényes maszkkészítés és -alkalmazás is. A vezető sávok megváltoztatásához nem kell új szerszámot készí-

teni, ezért a módosítások egyszerűbben kivitelezhetők. A lézeres technika *további előnye a finom szerkezeti részletek kialakításának lehetősége*, hiszen a fókuszátmérő kisebb, mint 0,1 mm, így akár mikroszerkezetek is előállíthatók.

## Mikroméretű MID szerkezetek

Két német cég, a **Harting Electro-Optics GmbH** és a **LPKF Laser & Electronics AG** együttműködési megállapodást kötött arra, hogy közösen fejlesszék a lézeres strukturálási módszer alkalmazását 3D-MID gyártására. Ilyen mikrokapcsolókat nagyon sűrűn telepített rendszerekben használnak. Az **LPKF** célja ezzel az, hogy demonstrálja a lézeres strukturálás (LDS) alkalmazhatóságát a mikrotokozásban. Alapanyagként a **Ticona** cég *Vectra* márkanévű folyadékkristályos polimerjét (LCP) használják, az **LPKF** és a **Ticona** között ez ügyben licencmegállapodás is született. Az **LPKF** és a **Harting** azt reméli az együttműködéstől, hogy sorozatgyártásra alkalmas technológiát sikerül kidolgozni. Az **LPKF** feladata a felület aktiválására alkalmas lézerberendezés szállítása, amelynek segítségével a **Harting** házon belül ki tudja alakítani az egész technológiát, hogy vevői számára mintadarabokat és sorozatokat is elő tudjon állítani.

## Speciális MID-alapanyagok

A MID-gyártóknak a lézerrel aktiválható műanyagok széles választékára van szükségük. Ennek érdekében az **LPKF** különböző gyártókkal (**Bayer**, **Degussa**, **Ticona**, **BASF**) kötött licencmegállapodást. MID alapanyagként jelenleg a PBT, a PET, és az LCP, valamint a részben aromás poliamidok (PA 6/6T) állnak rendelkezésre. A **Ticona**-val kötött legújabb megállapodás szerint az **LPKF** átadja fényrel aktiválható anyagainak receptjét a **Ticona**-nak, hogy azokat beépíthessék speciális LCP granulátumaikba. Ehhez az alkalmazáshoz a kiválasztott LCP típus fémmel való bevonhatóságát és a rá felvitt vezető sáv tapadóképeségét optimalizálni kellett. Az így kialakított *Vectra E820iLDS* folyóképessége nagyon jó, és igen pontosan leképezi a szerszám részleteit. Ólommentes forrasztóanyagokkal, „reflow” módszerrel forrasztható, ezért alkalmas a MID sorozatgyártására. Az LCP típus további előnye a rendkívül kis vetemedés és a kis vízfelvétel.

A **Degussa AG** a PBT [poli(butilén-tereftalát)] alapú LDS típusok gyártására kötött megállapodást az **LPKF** céggel. A **Bayer** belépésével további PBT és PET típusok is elérhetővé váltak a lézeres strukturálásra.

## Finom szerkezetek kialakítása

A kapcsoló hordozószerkezetének fröccsöntése után következik a lézeres szerkezetalakítás és a vezető sávok létrehozása. Ennek során *a műanyagba*

*bevitt fémkomplexek a lézerfény hatására elbomlanak, és fémkristályok csírái jönnek létre, amelyek kiindulási pontként (gócként) szolgálnak a későbbi fémkiválás számára. Az LPKF cég ehhez szállítja a megfelelő lézerberendezést. Ennek legújabb típusa, amelyet 2003 novemberében mutattak be egy kiállításon, mikrostrukturálásra és 3D-MID sorozatgyártásra is képes. A megmunkálás modulszerűen kiépített, 60x60x12 mm-től 200x200x100 mm-ig terjedő méretű térben lehetséges, és az LPKF biztosítja a megmunkáláshoz szükséges különleges műanyagokat is. A lézer a számítógépben tárolt geometriai adatok alapján aktiválja a felületet, amelyre elektródmentes galvanizálással fémet választanak ki. A termékek lehetnek pl. mobiltelefonházak, szenzorhordozók, mechatronikai egységek (amelyek mechanikus és villamos funkciókat kombinálnak). A rendszer szavatolja a lézerstrukturáláshoz szükséges nagyfokú alakhűséget és a kis felületi érdességet. A tartósan gyors megmunkálási sebességet és a kis fókuszátmérőt a pulzusisméltés nagy frekvenciája teszi lehetővé. A berendezéshez igazított forgó asztal elszállítja a kész elemeket és odaszállítja a megmunkálandó „nyers” darabokat. Ezzel a megoldással kezelési idő nem növeli a ciklusidőt. Lehetséges a szállítószalagos szállítás és a teljes automatizálás is. A hibátlan pozicionálás érdekében egy kamerarendszert alkalmaznak, amely egyben a kezelés előtti darabok méretpontosságát is ellenőrzi, a megfelelő jeleket felismeri és ahhoz igazítja a lézeres megmunkálást. A berendezés jelenlegi legjobb felbontása 0,15 mm, ami műszaki csúcsteljesítmény, és lehetővé teszi a 3D-MID szerkezet autóiipari, orvosi és telekommunikációs alkalmazásait.*

## **Műanyagba ágyazott mikromágnesek**

A miniatürizálás iránti igény oda vezetett, hogy az ipar egyre gyakrabban igényel műanyagba ágyazott mágneseket szenzorok és motorok alkatrészeként. A műanyagba integrált mágnesek a sorozatgyártásban is előnyöket kínálnak a hagyományos, pl. szinterezési eljárással szemben. Egy új szerszámtechnológia segítségével a rotor egyetlen lépésben mágnesezhető és gyártható. Ez megkönnyíti a tervezést, és olyan alkalmazásokban is megoldást kínál, ahol eddig a bonyolult forma vagy a bonyolult mágneses tér miatt a mágnesek csak drágán voltak elkészíthetők. A műanyagba ágyazott mágnesek hidegállósága és rugalmassága megkönnyíti a mágnesek kezelését, és ezek nagyobb biztonságot kínálnak a további feldolgozás/beépítés során. Ehhez járul még a jobb korrózióállóság, a nedves környezetben való alkalmazhatóság. *A műanyagkeverékekbe ferriteket és ritkaföldfém-alapú mágneses porokat is vihetnek.* A rotor tengelyét közvetlenül a szerszámban mágnesezik. Ezt a technológiát (a többkomponensű fröccsöntés és a mágnesezés kombinációját) már 16 éve bevezették, és akkor még nagyon egzotikus megoldásnak számított, de ma is iránymutató megoldás maradt.

A német **Oechsler AG** egy mágnes- és egy motorgyártóval együttműködve olyan rotort fejlesztett ki, amelyben három különböző mértékben mágnesezett alkatrészt kombinál egyetlen szerkezeti egységben. Ezt a világon elsőként nekik sikerült megvalósítani. A motorral folytatott első kísérletek sikeresek voltak.

A cég aktívan foglalkozik a miniatürizált 3D-MID berendezések gyártásával és fejlesztésével is.

**Dr. Bánhegyi György**

Rahner, S.: = LDS macht 3D-MIDs kostengünstiger. = Kunststoffberater, 49. k. 5. sz. 2004. p. 21-23.

Anziehende Winzlinge. = KunstStoffTrends, 2003. 4. sz. p. 8.