

ÜVEG MIKROLENCSEK NANOMÉTER PONTOSSÁGÚ MEGMUNKÁLÁSA

NANOMETER-PRECISION MACHINING OF GLASS MICROLENSSES

Dr. Szalay Tibor, Székely Ferenc***

ABSTRACT

In the EU supported integrated research project Production4 μ the development of mass production technologies for high precision optical parts is realized. In the first part of this paper traditional direct manufacturing of glass lenses is described shortly. The following chapter deals with high precision moulding of glass lenses. The concept of the moulding is the most relevant factor of successful manufacturing of lenses. There are several special problems in high precision micro lens moulding which must be taken in account during the manufacturing process. Some design rules are presented in the paper. Some results of the project are described in the last chapter.

BEVEZETÉS

Az EU által támogatott Production4 μ nevű integrált kutatási projekt nagy pontosságú optikai alkatrészek tömegtermelésére alkalmas technológiák fejlesztésével foglalkozik. A cikk első része a hagyományos direkt üveglencsegyártást ismerteti röviden. A következő fejezet foglalkozik nagy pontosságú fröccsöntött üveg lencsékkel. A szerszám (negatív forma) kialakítása a legfontosabb tényező a sikeres lencsegyártás eléréséhez. Számos speciális probléma létezik nagy pontosságú mikro lencsék direkt gyártásánál, ill. fröccsöntésénél, amelyeket figyelembe kell venni a gyártási folyamat során. A legfontosabb gyártási szabályokat mutatja be a cikk, direkt lencsegyártás és fröccsöntés esetén. Néhány projekt eredményei kerülnek ismertetésre az utolsó fejezetben.

1. A TÉMATARÜLET FONTOSSÁGA

Optikai lencse gyártása nagy jelentőségre tett szert az elmúlt évtizedben, mert egyre jobban terjed az alkalmazásuk a mobil telefonokban, és egyre nagyobb az igény irántuk a digitális fényképezőgépekben és videokamerákban, az orvostechikai eszközök vagy egyéb luxus szolgáltatások terén, mint járművek hátsó kamerája, videotelefon, stb. Egyre nagyobb termelési

volumen jár együtt a csökkenő méretekre és bonyolultabb geometriákra irányuló követelményekkel. A fent említett tendenciák miatt a hagyományos lencsegyártási technológiát bizonyos lépéseknél fejleszteni kell, hogy nagy pontosságú lencsék tömeggyártására alkalmas technológiát kapjunk. Például a mobiltelefonokhoz használt lencsemodul piacában a termelés volumenének értéke több mint kétszeresére bővült az elmúlt 5 évben 2004. [1] (1. ábra). Felismerve ezt a tényt az Európai Unió támogat egy integrált projektet: Gyártási technológiák mikrorendszerekhez (Production4 μ), amely erre a problémára fókuszál. Ebben a kutatásban 20 vállalat és kutatóintézet közösen dolgozik gyártástechnológiák fejlesztésén a mikro-optikaiipar részére, amely lehetővé teszi nagy pontosságú gyártási folyamatok elérését, reagálva az elvárásokra, amelyek a rugalmasság, költséghatékonyság irányába mutatnak, komplex geometriájú, funkcionális mikrolencsék előállításánál. A projekten belül elkészült egy felmérés, amely a Magyarországon meglévő ipari háttérrel szól.

2. DIREKT ÜVEGLENCSE GYÁRTÁS

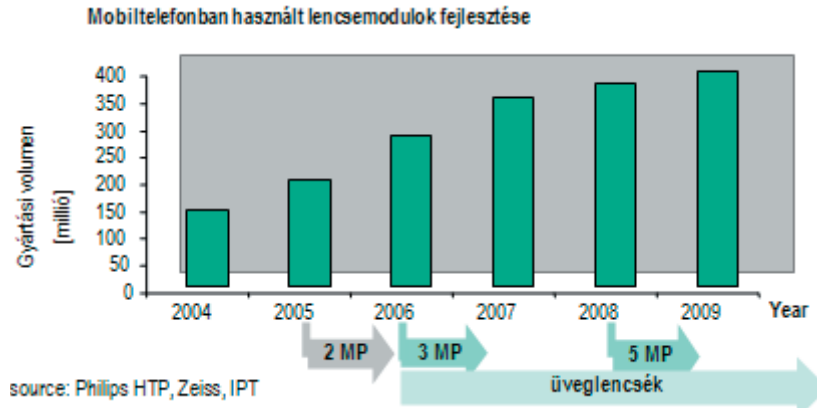
P4 μ projekten belül az optikai elemek gyártásának magyarországi ipari háttere került felmérésre, melynek során különböző cégek és a náluk alkalmazott technológiák kerültek megismerésre [2]. Továbbá elkészült egy tanulmány, amely a lencsék funkció szerinti leírásán alapszik [3].

A hagyományos lencsék gyártásának általános leírása után, összefoglaljuk azokat a legfontosabb technológiákat, amelyeket a magyar cégek alkalmaznak. E jelentés alapján a következőkben egy rövid felmérés kerül bemutatásra a hagyományos direkt lencsegyártásról.

A kilencvenes években történt gazdasági változás után a korábbi MOM és Gamma romjaiból néhány optikai cég kezdett el működni Magyarországon. Ezek közül számos tartozik nemzetközi cégekhez (úgy mint Zeiss vagy Hoya), míg néhány magyar tulajdonban maradt.

* egyetemi docens, BME Gyártástudomány és -technológia Tanszék

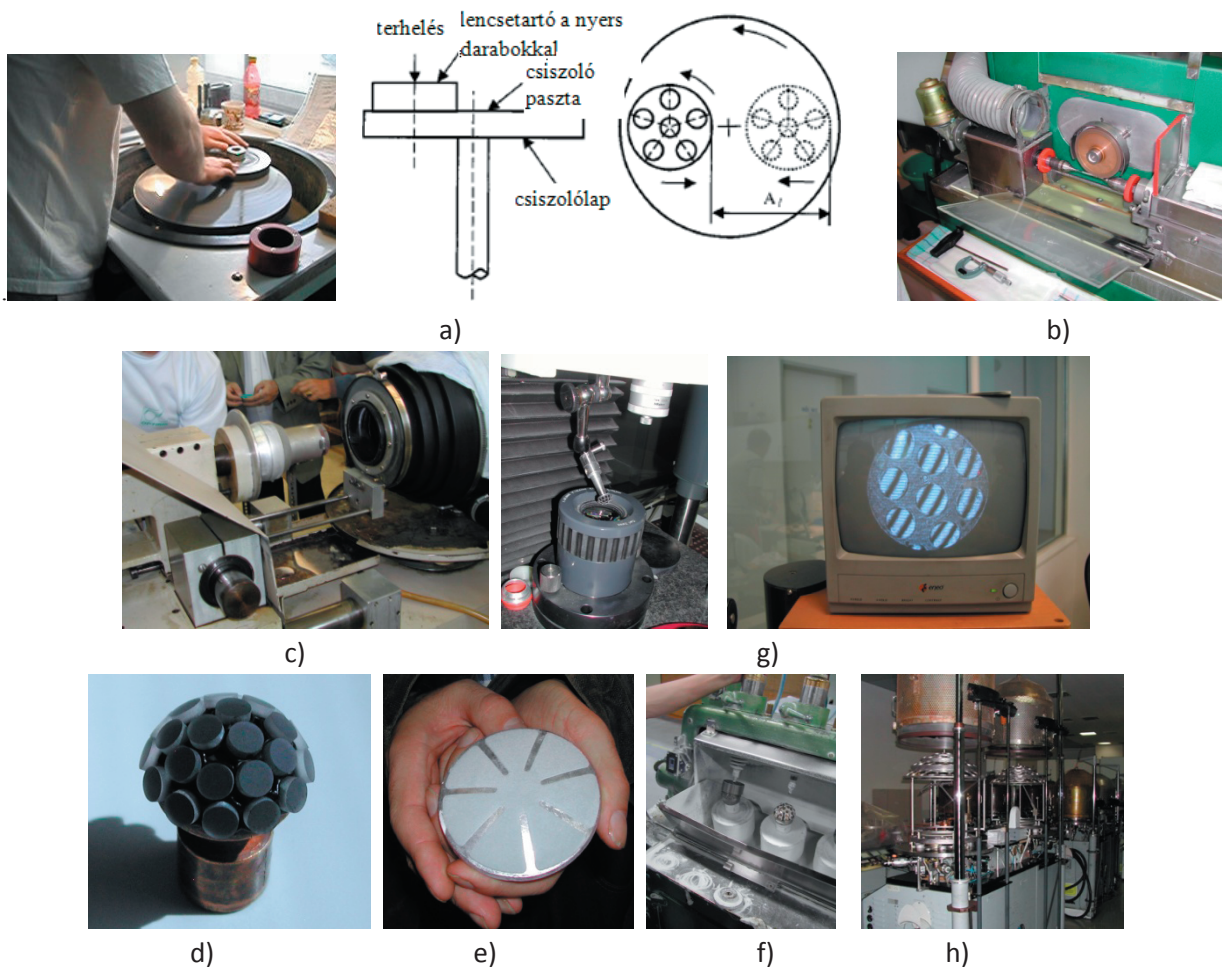
** ügyvivő szakértő, BME Gyártástudomány és -technológia Tanszék



1. ábra. Mobiltelefonokban használt lencsék gyártási mennyiségének alakulása 2004 óta.

Első lépésben az előgyártmánynak megfelelő geometria kerül kivágásra egy üvegtömbből, amely egy négyzet alakú üveglapot eredményez. A következő lépésben ennek a lapnak az egyik oldalát kell síkba köszörülni, annak érdekében, hogy a referencia felületet hozzunk létre (2. ábra-a). Gyártási szabály, hogy csiszolás a lencsék bizonyos átmérője felett gyémánt simító szerszámok

felhasználásával drágább, mint a szabad szemcsékkel való csiszolás, figyelembe véve a felkészülési időt az eszközöket és anyagokat. A referenciafelület kialakítása után a lap másik oldalát is síkba kell csiszolni és a kívánt vastagságot ki kell alakítani. Egyszerre több lap is megmunkálható egy gépen, de csak akkor, ha azonos vastagságra kell őket megmunkálni.

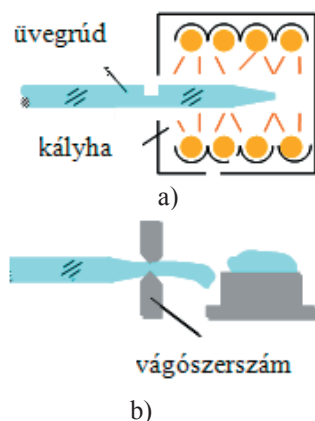


2. ábra. A direct lencsegyártás lépései

A vastagság beállítása után a négyzet alakú blokkokat tömbé fogjuk össze egy speciális készülékben és hengerpalást alakú felületet hozunk létre (2. ábra - b). A hengeres felület kialakítása után gömbfelületet hoznak létre egy NC köszörűgépen (2. ábra - c). Miután nagyolással megmunkálták a felületet a lencsüket egy tartóeszközeire ragasztják (2. ábra - d). Átmérőtől függően több lencse is kerülhet egy hordozóra. A következő lépésben a lencsüket cerium-oxid szemcsékkel csiszolják (2. ábra - e és f). Csiszolás és leppelés után a lencsüket leveszik a hordozóról és megmossák őket. A következő művelet a lencsék paramétereinek mérése az esetleges selejtek kiválogatása céljából (2. ábra - g). Az utolsó lépésben a lencsükre bevonat kerül (2. ábra - h). A fotók Europtic, Optiris and Zeiss cégek jóvoltából kerülhettek felhasználásra.

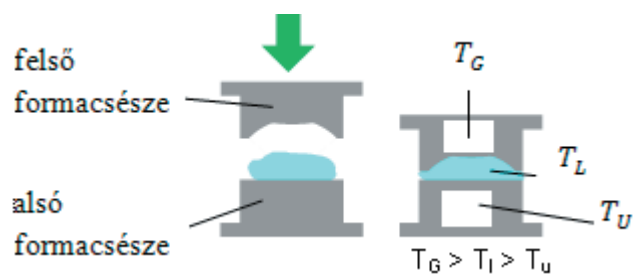
3. ÜVEGLENSÉK PRECÍZIÓS SAJTOLÁSÁNAK KONCEPCIÓJA

Az üvegsajtoltást gyakran alkalmazzák nyers lencsék előállítására. Általában szemüvegek lencsési készülnek ilyen eljárással. Jóllehet a folyamat koncepciója ismert, viszont a kisméretű lencsék gyártásához és a komplex geometriai követelmények miatt további problémákat kell megoldani. A projekt ezekre a speciális körülményekre és követelményekre fókuszál. A sajtolás előtt az üveget egy elektromosan működtetett kemencében melegítik. Ez a kályha általában a sajtoló egység jobb oldalán helyezkedik el. Az előgyártmány előzetesen csiszolt rúd alakú optikai üveg amelyet előmelegítenek. (3. ábra - a). Az üveget közelítőleg 800°C-ra melegítik fel az aktuális üvegfajtától függően. Pozicionáláshoz egy bizonyos mennyiségű képlékeny üveget vágnak le a rúdról és az alsó formacsészébe (szerszámba) helyezik. Általában fémvágó szerszámot használnak erre a célra. (3. ábra - b).



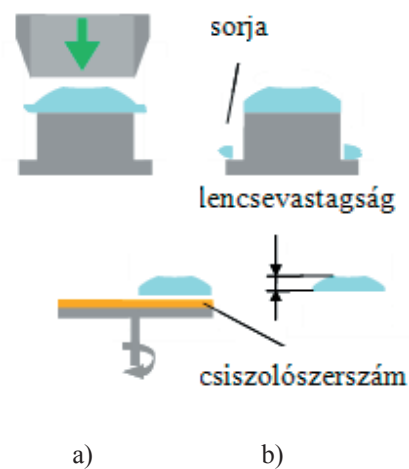
3. ábra. Előmelegítés és vágás

A melegítés fázisában mindkét formacsésze meglehetősen közel helyezkedik el egymáshoz. A pneumatikus berendezés mozgatja a felső egységet lefelé egy meghatározott erővel, mialatt a felső formacsésze érintkezik az üveganyaggal és alakítja azt (erőszabályozás). Ezen folyamat alatt a csésze hőmérséklete sokkal alacsonyabb, mint magának az üvegnek a hőmérséklete. Ezért, a hő az üvegből viszonylag gyorsan a csészébe vezetődik. Továbbá, az alsó csésze magasabb hőmérsékletű, mint a felső, ami azt jelenti, hogy az alsó csészében a hővezetés lassúbb, mint a felsőben. Ez azt jelenti, hogy az üveg és a csésze kontaktzónájában nem izoterm körülmények alakulnak ki. (4. ábra).



4. ábra. Sajtolás

Rögtön a sajtolási művelet után a darabokat kiemelik a csészékből és megkezdik a lehűtést. Figyelembe véve, hogy nem meghatározott mennyiségű üveg kerül a csészébe a darabok szélén sorja jelenik meg, amelyet a következő lépésben el kell távolítani (5. ábra - a). Az üveg magas hőmérséklete miatt nagymértékű zsugorodás megy végbe a hűtési folyamat alatt. A csészék eltérő hőmérséklete miatt a zsugorodás a lencse alsó részében erőteljesebben jelenik meg. Ez azt jelenti, hogy a lencsék alsó felén további műveleteket kell végrehajtani azért, hogy a zsugorodásból adódó különbséget kompenzáljuk és beállítsuk a lencsék pontos vastagságát. (5. ábra - b).



5. ábra. A szükséges utómunkálatok

A legfontosabb előnye ennek az eljárásnak az, hogy a lencse és a szerszám kontaktideje kevesebb, mint egy másodperc. Ez azt jelenti, hogy ez az eljárás nem csak tömegtermelésre alkalmas, hanem azt is, hogy magasan ötvözött acélok használhatók a csészek elkészítéséhez. Ha a kontaktidőt megnöveljük, akkor az a lencse és a szerszám összeragadását eredményezheti.

Az eljárás hátrányai: kevés üvegtípus sajtolható, a zsugorodás korlátozza az elérhető pontosságot; a zsugorodási folyamat csiszoló és polírozó lépéseket von maga után a sík felületeken, melynek következménye, hogy csak egyoldalas funkcionális felület alakul ki. Ezen negatív hatások miatt módosított munkafolyamatot kell kifejleszteni a nagy pontosság eléréséhez [4].

4. A PRECÍZIÓS MIKROLENCSE-SAJTOLÁS SPECIÁLIS PROBLÉMÁI

Makrotermékek gyártástervezésének folyamatában a termék definiálható a geometriából (hossz, tőrés, felületek) és az anyagtulajdonságokból. Bizonyos méretek alatt és nanométeres megmunkálási pontosság esetén további sajátosságokat is figyelembe kell venni.

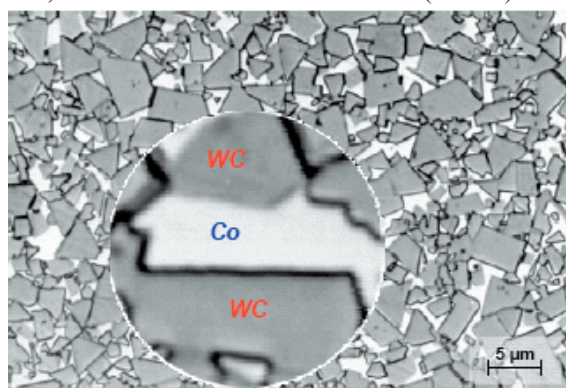
Ezek az új tulajdonságok a következők:

- Izotróp anyageloszlás,
- Adhéziós erők,
- Funkcionalitás,
- Kis gravitációs erő,
- Segédanyagok,
- Szemcseméret és elaszticitás,
- Statikus erők,
- Gőz

A folyamatláncban a gyártó lépéseken keresztül munkadarab kezelés korlátozza a pontosságot. Az automatizált mozgások és gépen belüli folyamatok limitálhatják a kezelési pontatlanságokat, ha a darabok tájolását a készülékben nagy pontosságú mérésekkel végzik, rendszeres beállítást alkalmaznak a gépeken a nanométer pontosságú pozicionáláshoz, előzetes szerszámbeállítást és szerszámkopásból adódó kompenzációt végeznek minden műveleti lépésnél, kiegyensúlyozó és rezgésillapító rendszereket alkalmaznak, és minőségellenőrzést integrálnak a folyamatba, lehetővé téve ismételt ellenőrzést a megkívánt felület és tőrés eléréséhez. Hosszabb szerszám-üveg kontaktus esetén a csésze anyagára és bevonatára nagy hangsúlyt kell fektetni. A formacsészek pontossága és alakhűsége meghatározza a lencse geometriáját, ezért

ezek gyártása kulcsfontosságú tényező üveglencsék préselése esetén [5].

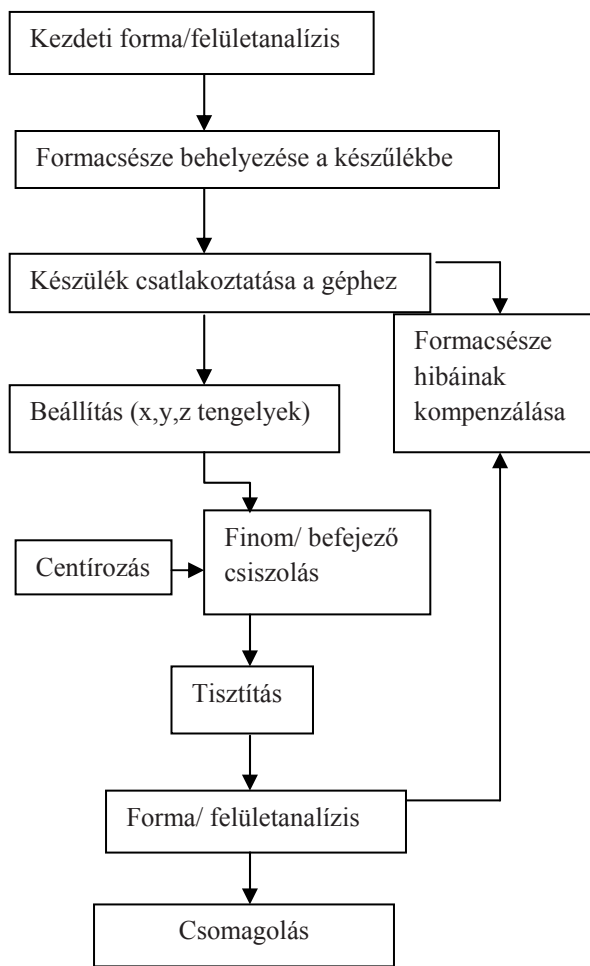
A rendkívül magas hőmérséklet és nyomás miatt, üvegsajtolási folyamatban a szerszámmal szemben támasztott legfontosabb követelmények a következők: keménység, melegszilárdság, hőállóság, korrózióállóság, hővezetés, megfelelő hőtágulás, nagy sűrűség, ill. a lehető legalacsonyabb porozitás, homogenitás, izotrópia és az optikai megmunkálhatósága. Bevont kötőanyag nélküli ultrafinom wolfram-karbid és a modern kerámiák alkalmasak optikai felületek generálására és biztosítják a kívánt tulajdonságokat. Annak érdekében, hogy meghosszabbítsuk a szerszám élettartamát és megakadályozzuk az összetapadást a forma és az üveg között, bevonatot kell felvinni a csésze (6. ábra).



6. ábra. Kötés nélküli ultrafinom wolfrámkarbid bevonat nagyított képe

5. SPECIÁLIS SZERSZÁMGYÁRTÁS

A formacsészek speciális finommegmunkálása gyémántsztergálással vagy csiszolással lehetséges. További ultrafinom befejező csiszolás (tükrösítés vagy polírozás) szükséges végső geometria eléréséhez. Annak érdekében, hogy figyelmen kívül hagyassák a formából adódó hibákat, -úgy mint központosító hibák (x, y), szerszámsugar hibája, forgácsolási erők miatt fellépő szerszámelmozdulás, a folyamatos szerszámkopásból adódó alakhiba, hőtágulás miatt bekövetkező hiba, a megmunkáló orsó kiegyensúlyozatlanságából származó felszíni hibák, szerszám / csésze kiegyensúlyozatlanság, géptengely szervóhiba, csorbulási hiba, csiszolókorong állapota- egy iterációs megmunkálási eljárás kerül alkalmazásra. A 7. ábrában a kezdeti forma- és felületanalízis a hőmérsékleteloszlás végeelem programmal végzett vizsgálatát jelenti, a forma származtatása egyrészt az üveg zsugorodása, másrészt a csésze beállítási stratégia figyelembevételével történik [6].



7. ábra. Lencsegyártás iterációval

6. A DIREKT ÉS A SAJTOLT LENCSEGYÁRTÁS ÖSSZEHA-SONLÍTÁSA

A hagyományos aszférikus lencsegyártási technológiák különböző technológiákat használnak, mint például egypon-tos köszörülés, gyémántesztergálás, kézi csiszolás.

Általános szabály, hogy ezek az eljárásokat utólagos felületkorrekció követi.

Ez gyakran időigényes ismétlődő folyamat még a modern CNC köszörű és polírozó gépek világában is. Nem ritka, hogy a csiszoló és polírozó folyamat lefutási ideje 2-3 óra. Továbbá, a hagyományos módszerek különböző mértékű felszíni eltéréseket eredményezhetnek, amelyek általános hatással lehetnek a lencse minőségére.

Bár ezek a módszerek sikeresnek bizonyultak, ennek ellenére az préselés technológiájának alkalmazása kiváló módszer a nagy mennyiségű objektívek minimális felszíni eltérésekkel való gyártásához.

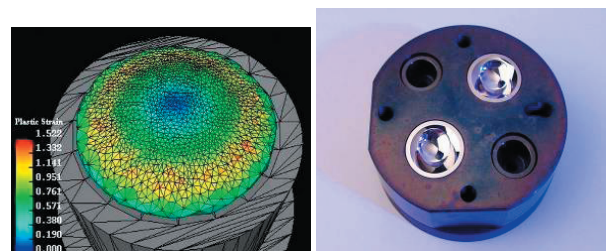
A lencsesajtolás kiváló ismétlési pontosságot eredményez ebből adódóan a darabok egymástól való eltérése minimális.

A normál gyártási idő aszférikus sajtolt lencsék esetén 8-15 perc, ez a rövid ciklusidő nagy termelékenységet tesz lehetővé, amellyel nagy előnyre tesz szert a direkt lencsegyártással szemben.

Továbbá, azzal, hogy egy ciklus alatt sajtolással is tudunk egyszerre több darabot gyártani, ez a technika gyorsan felülemelkedik bármilyen hagyományos aszférikus lencsék gyártó eljárás által előállított mennyiségen.

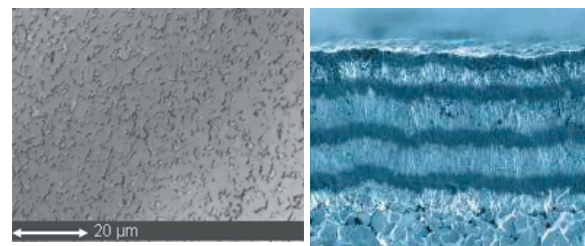
7. MEGOLDANDÓ FELADATOK

- Hőmérsékleti hatások szimulációs vizsgálata (8. ábra)
- A jelenlegi tervezési koncepciók elemzése, fejlesztése
- A formacsészek precíziós pozicionálása és rögzítése
- A formacsésze alakok vizsgálata különböző geometriák esetén



8. ábra. Szimuláció és az elkészült szerszám

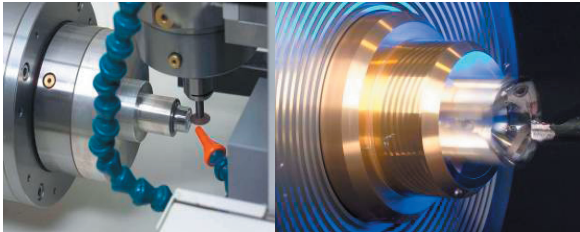
- A jelenleg alkalmazott formacsésze anyagok elemzése
- Szinterelési technológia fejlesztése
- Különböző bevonatolási technológiák és anyagok vizsgálata (mechanikai és termikus viselkedés) (9. ábra)



9. ábra. Formabevonat vizsgálata

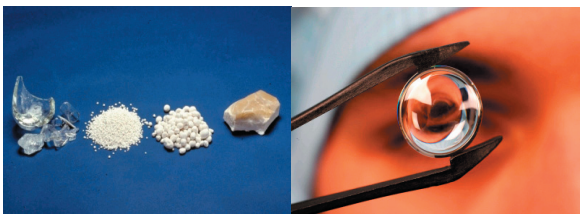
- A köszörülés és a gyémántesztergálás folyamatának vizsgálata és optimalása (10. ábra.)

- Szerszámbeállítási stratégiák
- Számítógépes szerszám-pálya tervező modul fejlesztése a CAM rendszerekhez
- A forma deviációk szisztematikus elemzése és kompenzációs módszerek kidolgozása



10. ábra. Köszörlés és gyémántsztergálás elrendezése

- A formába önthető üvegyanyagok elemzése
- Az optikai üveg mechanikai és optikai tulajdonságainak azonosítása
- A megfelelő üvegösszetételek megtalálása olvasztási kísérletekkel (11. ábra)
- Folyamatelemzés és a befolyásoló paraméterek beazonosítása
- A demonstrátor geometriák kialakításának gyártási stratégiái megfelelő formabevonó anyagokkal



11. ábra. Az üvegyanyag összetevői és az elkészült lencse

ÖSSZEFOGLALÓ

Elemelve a két eljárást azt lehet mondani, hogy direkt lencsegyártásban nagyobb az ipari tapasztalat, mivel lencsepréslés technológiája még nem jutott el végső stádiumába. A projektben 20 együttműködő partner dolgozik a formacsészek vizsgálatán, a kezelési folyamat automatizálásán és egy technológiai útmutatón, az ezzel foglalkozó iparágazat részére. A cikkben a tématerület főbb motivációs tényezői lettek kiemelve, az optikai elemek gyártástechnológiájának jelenlegi szintje lett bemutatva és a projekt néhány eredménye, illetve terve került leírásra. A leírások, ábrák, és az eredmények nagy része nem a szerzők önálló munkája, hanem a többi projektpartnerrel való együttműködés eredménye. A szerzők célja az volt, hogy demonstrálják az ilyen típusú

nemzetközi együttműködés hatékonyságát és, hogy bemutassák ennek a precíziós gyártási terület jelenlegi fejlettségi szintjét.

SUMMARY

After the two methods are analyzed, it can be argued that direct lens manufacturing has more industrial experience as lens moulding technology has not yet reached the final stage of the project. The 20 involved partners are co-operate in mould analysis and development, in automating the handling process and in compiling the appropriate technology guide for supporting the involved industry. In the paper the main motivating issues were emphasized the actual state of the optical part production was introduced and some results and plans of the project were presented. The descriptions, figures and mostly the results are not the invention and work of the authors, but the common achievement of the project partners. The only desire of the authors was to demonstrate the efficiency of this kind of international joint research and illustrate the state of the art in this precision manufacturing field.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az EU FP6 keretében támogatott Production4 μ projekt résztvevőivel együttműködve zajlott. A munka szakmai tartalma kapcsolódik a "Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műgyetemen" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az ÚMFT TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Production for micro, Project overview, http://www.production4micro.net/project_overview.htm
- [2] Deliverable 14 Overview of European middle cost level optical manufacturing companies and their capabilities, Production4 μ projekt NMP-CT-2006-026765
- [3] Brecher, C.; Weinzierl, M.; Niehaus, F.; Schmitt, R.; Köllmann, D.: Microscale Mass Production - European researchers develop automated system for mass producing optical devices, *Micro Manufacturing 2* (2009), 1, S. 44 – 47
- [4] Wögerer C, Dickerhoff M, Haidegger, G, Szalay, T.: „Technology platform MINAM: An instrument for micro-and nanomanufacturing in Europe”, *Manufacturing 2008: Biannual 19th International Conference Preprints*. Budapest, Magyarország, 2008.11.06-2008.11.07. pp. 44-53.
- [5] Guido Pongs: “High precision glass moulding of optical components”, *Budapest Workshop on Optics Production*, Sept. 7, 2007, *Proceedings*, P3 pp. 1- 28
- [6] Olaf Dambon, Fei Wang, Fritz Klocke, Guido Pongs, Bernd Bresseler, Yang Chen, Allen Y. Yi: Efficient mold manufacturing for precision glass molding, *Journal of Vacuum Science & Technology B* Volume 27 Issue 3

CONTENTS

1. Orbulov, I.:
Microstructural investigation of metal matrix syntactic foams4
Syntactic foams are composites in which the metal matrix contains hollow micro-spheres as porosity source. According to author's investigation when the matrix is Al, harmful chemical reactions take place at the metal-ceramics phase-boundary. These reactions can be eliminated by use of AlSi12 alloy matrix.
2. Jesch, D., Kristóf, G., Vad, J.:
Execution and application of a side channel pump test facility9
Paper describes the build up an optically accessible model fuel pump, which is a scaled-up version of a real one and shows some characteristic features of the test equipment. The experimental facility seems to be capable for studying various flow phenomena (such as cavitation).
3. Vad, J.:
Design and measurement of axial flow flue gas extractor fans of high specific performance and energetically favourable operation.....15
The main features and practical advantages of 'controlled vortex' design applied for axial flow fans is presented. The application of controlled vortex design is demonstrated in an example of industrial prototype fan with outlet guide one.
4. Czél, B.; Gróf, Gy.:
Sensitivity analysis for the evaluation of a thermophysical property measurement method with numerical approach19
In case of use of numerical approach measurement methods, the direct problem of heat conduction has no restrictions, but the evaluation becomes more difficult. Applying sensitivity analysis the possibility of estimation of the unknown parameters through the inverse solution can be examined.
5. Bothné Fehér, K.; Örvös, M.:
Mass transfer properties at sulphur dioxide control24
Gas and liquid side mass transfer coefficients (HOG, HOL, KGa, KLa) were determined by experiment which make possible dimensioning of equipment used for reducing SO₂ emission. Results were compared with different packing based on literature.
6. Szűcs, J.; Váradi, K.; Zobory, I.; Szabó, A.:
Wear behaviour of a brake block-wheel connection28
Paper presents the experimental investigation of the wear behaviour of a brake block-wheel connection using a test machine installed at the Railway Vehicle and Vehicle-system Analysis Department, BME. Parallel to the laboratory measurement FEM analysis has been carried out in order to develop a wear simulation method.
7. Zwierczyk, P.; Váradi, K.:
FE analysis of the frictional state of a wheel brake block connection33
Paper describes a model in which the brake system fails and the braking force exists in the time when the train departs. The elaborated FEM model is allow to calculate the brake block's displacements and the stress distribution in the initial sticking state and the transition into the slip state.
8. Samu, K.; Góz, A.:
A modern manufacturing technology: laser microprocessing37
In the microprocessing field of mechanical engineers laser beam can be used for different purposes such as cutting, engraving, heat treating, welding and nanotechnology processes. Among the advantages of the laser manufacturing the high accuracy, reliability, safety, controllability, rapidness and automated character can be mentioned.
9. Takács, D.; Stépán, G.:
Lateral instability of towed structures40
Authors constructed a low degree-of-freedom mechanical model for examination of lateral instability of towed structures. In spite of the few parameters involved in the model a new stability condition were deduced, which is easily controllable in practice and well utilisable from engineering aspect.
10. Szekrényes, A.:
Application of the MMB fracture test with long crack lengths45
Author shows the application of the mixed-mode bending (MMB) test developed in 1988 to measure the interlaminar fracture toughness of composite materials. With a small modification the system can be used for examining composites having long crack length.
11. Szalay, T.; Székely, F.:
Nanometer-precision machining of glass microlenses...49
The EU supported integrated research project Production4 μ deals with the development of mass production technologies for high precision optical parts. Illustrating with examples paper describes the characteristics of machining the high precision glass microlenses manufactured by moulding process.

GÉP

INFORMATIVE JOURNAL

for Technics, Enterprises, Investments, Sales, Research-Development, Market of the Scientific Society of
Mechanical Engineering

Dr. Döbröczöni Ádám
President of Editorial Board

Dr. Kálmán András
General Editor

Dr. Péter József
Dr. Szabó Szilárd
Deputy

Dr. Barkóczy István
Bányai Zoltán
Dr. Beke János
Dr. Bercesy Tibor
Dr. Bukoveczky György
Dr. Czitán Gábor
Dr. Danyi József
Dr. Dudás Illés
Dr. Gáti József
Dr. Horváth Sándor
Dr. Illés Béla
Dr. Jármái Károly
Kármán Antal
Dr. Kulcsár Béla
Dr. Kalmár Ferenc
Dr. Orbán Ferenc
Dr. Pálincás István
Dr. Patkó Gyula
Dr. Péter László
Dr. Penninger Antal
Dr. Rittinger János
Dr. Szabó István
Dr. Szántó Jenő
Dr. Tímár Imre
Dr. Tóth László
Dr. Varga Emilné Dr. Szücs Edit

Cooperation in editing:
Dr. Szalay Tibor, Dr. Vad János

Dear Reader,

In 2010 the Budapest University of Technology and Economics (BME) won the research university rank and for further development of its research work University got financial subsidy in the frame of the project with title of 'Elaboration of the quality-oriented, harmonised educational R+D+I strategy and operation model at the TechUniversity' henceforward Project - to realise it.

The Project undertook to study five stressed research fields belonging to the Project and to integrate them into the long range research strategy of BME, for promoting the cooperation between faculties, taking into account the research, development and innovation demand of industry. Faculties of TechUniversity responsible for the Project specified the following stressed research fields: Sustainable Energetics (FE); Vehicle engineering, transport and logistics (JKL); Biotechnology, health and environment protection (BEK); Nanophysics, nanotechnology and materials science (NNA); Intelligent environments and e-technologies (IKT). Faculty of Mechanical Engineering is active in all the five areas and leads the field of Sustainable energetics.

The goal of this special number of GÉP is to give sample from the multiple, conformable with the Project, practice oriented research, development and innovation activities of Faculty of Mechanical Engineering through some chosen examples at random. Teachers and researchers of eight departments of the Faculty elaborated papers published in this special number. It is well observable that the stressed research fields are not only the creative cooperation areas between faculties but they mirror the variegation exists inside the Faculty of Mechanical Engineering as well.

The special number covers the works of the following departments in the fields being in brackets: Department of Materials Science and Engineering (NNA), Department of Fluid Mechanics (FE, JKL), Department of Energy Engineering (FE), Department of Building Service Engineering and Process Engineering (BEK), Department of Machine and Industrial Product Design (JKL), Department of Manufacturing Science and Engineering (NNA), Department of Mechatronics, Optics and Information Engineering (NNA), Department of Applied Mechanics (JKL, NNA).

It is a great pleasure for me to commend this special number of GÉP, dedicated to the research university BME in 2010, containing the papers presenting the works of the Faculty of Mechanical Engineering to Dear Reader's attention.



Prof. Dr. Gábor Stépán

Dean of the Faculty of Mechanical Engineering, BME

Managing Editor: Dr. Kálmán András. Editor's address: 3529 Miskolc, Budai József u. 46.
Postage-address: 3501. Pf. 55. Phone/fax: (46) 325-504, 20/9358-812. E-mail: kaests@axelero.hu
Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1027 Budapest, Fő u. 68.

Postage-address: 1371, Bp, Pf. 433
Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: a.gaby@gteportal.eu, Internet: www.gte.mtesz.hu
http://members.chello.hu/cokom

Responsible Publisher: Dr. Igaz Jenő Managing Director

Printed by Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Managing Director: Vesza József
Price per month: 900 Ft; Subscriptions 2.700 Ft per a quarter, 5.400 Ft per an half a year, 10.800 Ft per year.
Distribution in foreign countries by Kultúra Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat H-1389
Budapest, Pf. 149. and Magyar Média H-1392 Budapest, Pf. 272.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

All articles are peer reviewed.



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE



University of Ljubljana
Faculty of Mechanical Engineering



EGPR Nemzetközi Hallgatói Projekt 2010

Bosch und Siemens Hausgeräte B/S/H/

KÉZI MIXER TERVEZÉS

**BME Ipari terméktervező mérnök
mesterszakos (MSc)
hallgatók részvételével**

**Global Product
Realization**



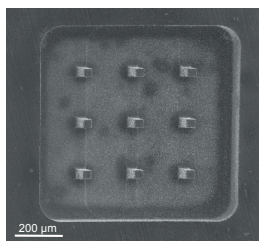
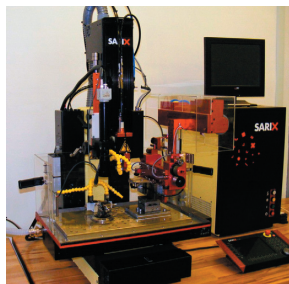
BME GÉP- ÉS TERMÉKTERVEZÉS TANSZÉK
BME DEPARTMENT OF MACHINE AND PRODUCT DESIGN

gt3.bme.hu | GT3 © 2010

Berényi Ágnes, Nagy Csolya, Aswini Halai, Arze Novsák, Gal Letonia, Erő Alcuisc, Vidovics Balázs



BME Gyártástudomány és -technológia Tanszék



ULTRAPRECÍZIÓS ÉS MIKRO-MEGMUNKÁLÓ LABORATÓRIUM

Négytengelyes mikro-EDM berendezés a BME Gyártástudomány és -technológia tanszékén.

Mikro-EDM eljárással készített oszlop-
struktúra (35 µm-es oszlopszélesség)

A SARIX mikro-szikraforgácsológép ötvözi a tömbös és a huzalos szikraforgácsolás (EDM) technikáját. A huzalos egység a folyamatosan adagolható, hengeres tömbelektroda szabályozására szolgál. A hengeres elektróda kiinduló átmérője 300 µm, illetve 100 µm, ebből állítható elő az akár 10 µm átmérőjű „megmunkáló szerszám”, mellyel annak állandó forgása mellett végezhetünk fűrési vagy marási mozgásciklus jellegű megmunkálás. Pozicionálási pontossága ±1 µm, és akár $R_a=0,05$ µm-es felületi érdesség is kialakítható.

Mikroméretű szikraforgácsolással elektromosan vezető anyagok megmunkálása lehetséges. Az „érintésmentes” eljárásnak köszönhetően a munkadarab keménysége nincs hatással a szerszámra. Az eljárás alkalmazási lehetőségei széleskörűek. Néhány konkrét megmunkálási példa: turbinalapátok kisméretű axiális és radiális hűtőfuratai a repüléstechnikai iparban, sebészeti eszközök és implantátumok, textilipari fonófejek, dízel- és benzinüzemű motorok befecskendező fúvókái, valamint nem utolsósorban kisméretű fröccsöntő szerszámok.



Hembrug Mikroturn 50 CNC



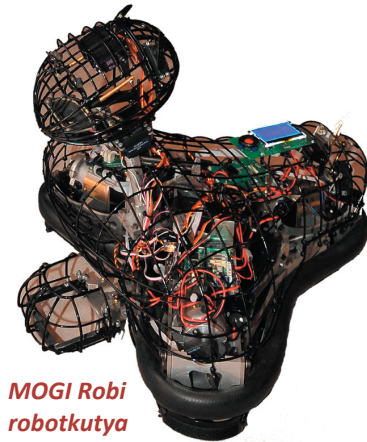
BME

Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék

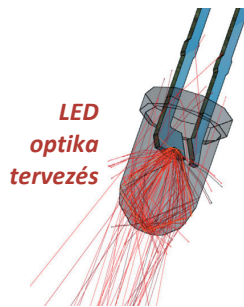
MOGI

A tanszék szakterületei, kompetenciái:

- Mechatronika, robottechnika, rendszer- és irányítástechnika
- Optika
- Mérés- és műszertechnika, finommechanika
- Informatika



MOGI Robi robotkutyá



LED optika tervezés



Gyalogkakukk pneumobil

www.mogi.bme.hu



BME Műszaki Mechanikai Tanszék



www.mm.bme.hu



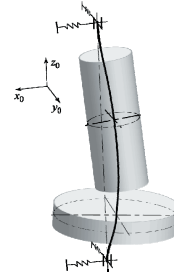
Acrobater szervizrobot

Klasszikus mechanikai alapok elsajátítását segítjük:

- Statika
- Szilárdságtan
- Dinamika
- Rezgésstan
- Végelem módszer

Fejlesztésorientált ipari feladatokra készítünk fel:

- Gépészeti fejlesztőket
- Gépészeti modellezőket
- Alkalmazott mechanikusokat



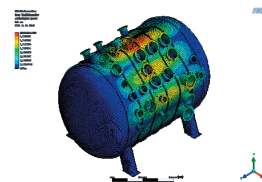
Kritikus fordulatszámok meghatározása



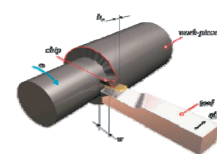
Egyensúlyozó robot



Kerékdinamika kísérletek



Végelem analízis



Szerszámgéprezés vizsgálata