

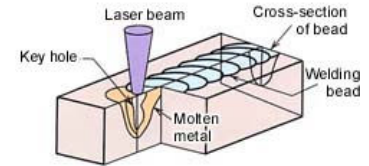
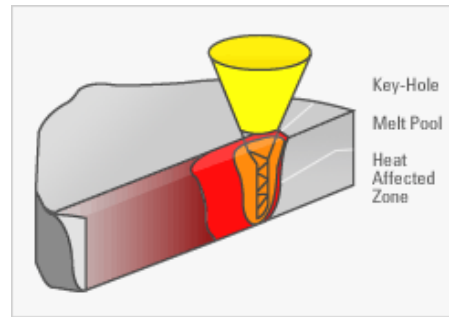
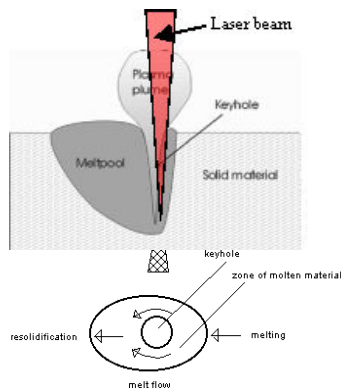
A lézeres anyagmegmunkálás

2009. december 2.

A lézeres anyagmegmunkálás fajtái

- Szerkezeti változás (*structural change*)
- Felületkeményítés (*hardening*)
- Deformáció és törés (*deformation and fracture*)
- Felszíni olvasztás (*surface melting*)
- Bevonatolás (*cladding*)
- Keveréses kötés (*conduction joining*)
- Vágás (*cutting*)
- Jelölés (*marking*)
- Hegesztés (*keyhole welding*)
- Atermális megmunkálás (*athermal processing*)

Keyhole welding



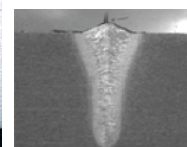
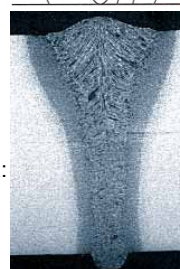
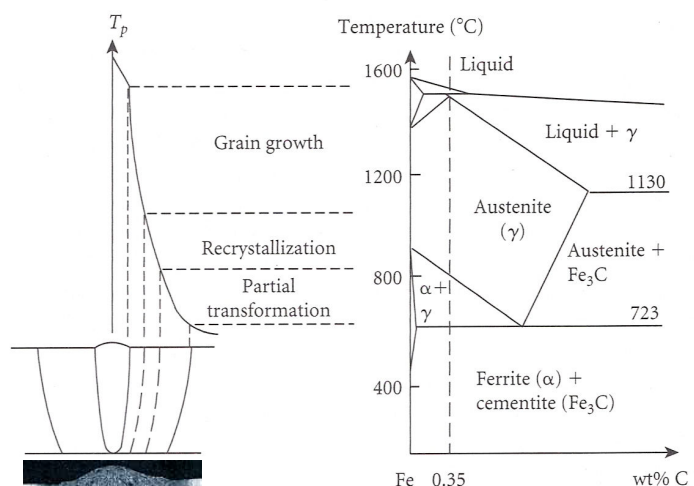
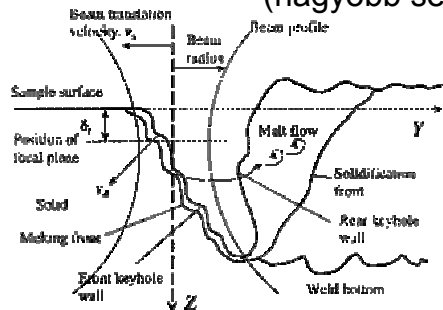
Alapja az összekötendő anyagok megömlesztése jelentős párolgás kíséretében.

Jellemzők:

teljesítménysűrűség 10^4 - 10^6 Wmm⁻²
 multi-kW-os CO₂ (flying optics), Nd:YAG (optikai szál) és dióda lézerek
 (optikával együtt robotkarra szerelve)

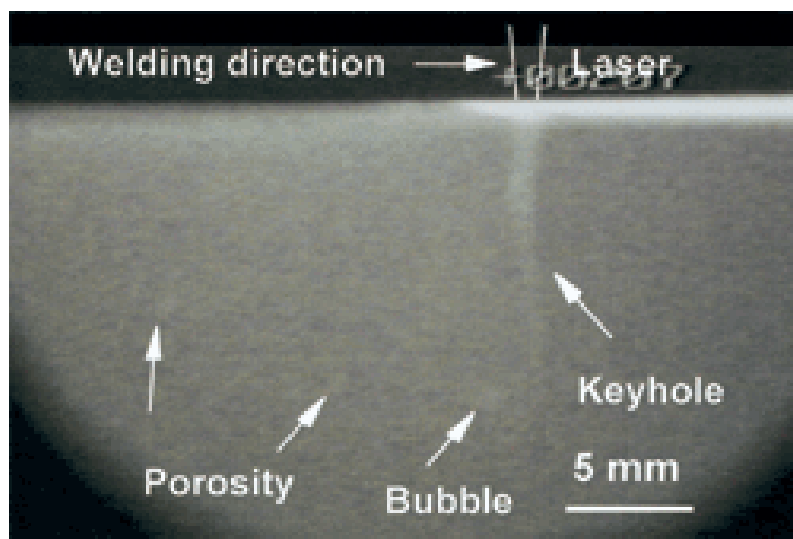
A mechanizmus

Abszorpciós mechanizmusok:
 inverz fékezési sugárzás
 (alacsony seb.)
 abszorpció
 (nagyobb seb.)



V.V. Semak, W.D. Bragg, B. Damkroger and S. Kempka:
Transient model for the keyhole during laser welding,
 J. Phys. D: Appl. Phys. **32** (1999) L61-L64

A “kulcslyuk”



AISI 304 acél cw CO₂ lézer

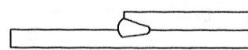
Röntgen transzmissziós kép

http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/division/mjm-cbp_e.htm

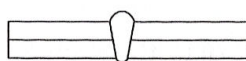
Kötésfajták



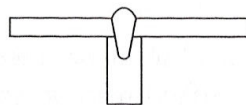
Square butt



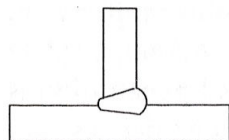
Edge fillet



Lap



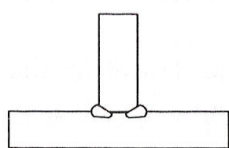
Stake, spike or spot



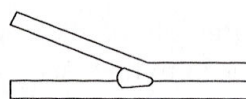
Single-pass T-butt



Edge butt



Double-pass T-fillet



Kissing or flare

teljes beolvadásos hegesztés (full penetration welding)
részleges beolvadásos hegesztés (partial penetration welding)

Védőgázok

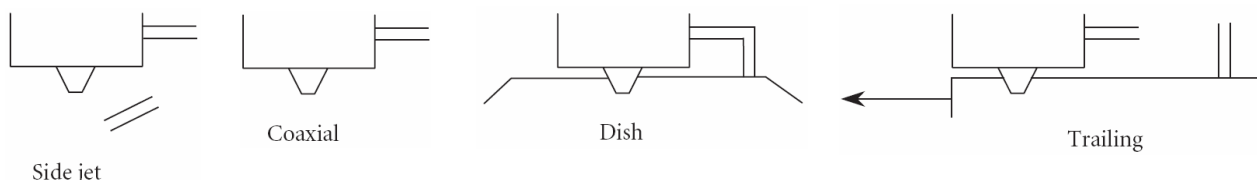
Feladatuk:

- 1) a mintadarab védelme (oxidációtól, szennyeződéstől)
- 2) a plazmaképződés visszaszorítása
- 3) az optika védelme

Szokásos védőgázok és néhány fontosabb tulajdonságuk:

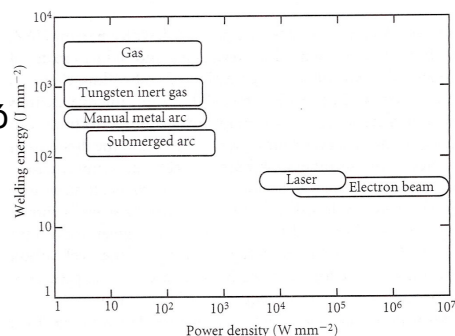
Gas	Molecular weight	Thermal conductivity @1200 K ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)	1st ionization potential (eV)	Density (g L^{-1})	Relative cost (Europe)	
He	4	0.405	24.46	0.1769	1	plazma visszaszorítás kisebb abszorpció a közeli IR-ban
Ar	40	0.049	15.68	1.7828	0.4	
N ₂	28	0.076	15.65	1.2507	0.1	
O ₂	16	0.082	12.50	1.4289	0.1	
CO ₂	44	0.080	14.41	1.9768	0.1	einyeli a CO ₂ lézer nyalábját!

2) 2) 1)



Előnyök:

- nagy anyagvastagságok egy lépésben hegeszthetőek
- finom mikroszerkezetű kötés, kevesebb szegregáció
- kis energiaigény ► kevesebb torzulás (az is jól becsülhető), csökkent igény utókezelésre
- új (komplex) geometriák megvalósítása
- hőérzékeny komponensek közelében is alkalmazható
- könnyen automatizálható

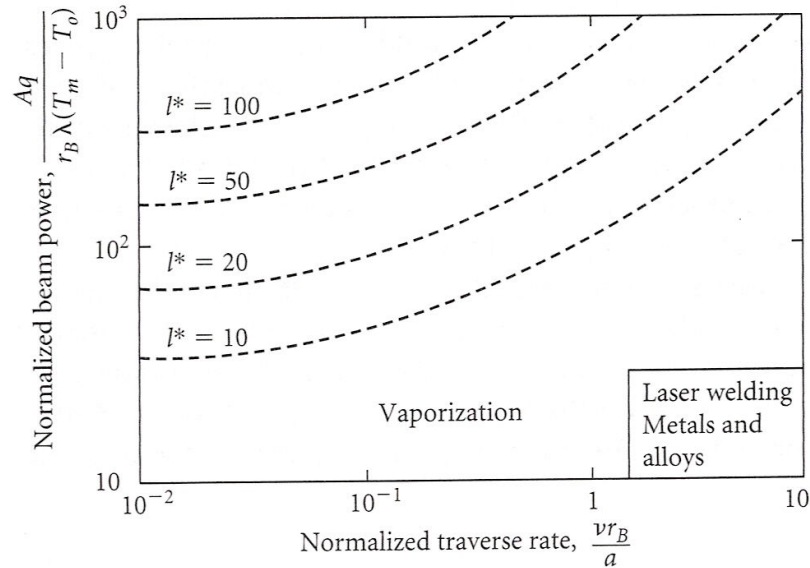


Hátrányok:

- leginkább fémek és ötvözetek kötésére alkalmas (kerámiák törnek, műanyagokban nehéz stabilan fenntartani a keyhole-t)
- a hegesztendő részek pontosabb illeszkedését igénylik (fillerek, defókuszálás, oszcillált vagy spirális nyalábvezetés segítségével kompenzálható)
- nagyobb beruházást igényelnek mint a hagyományos eljárások

Keyhole welding grafikon 1.

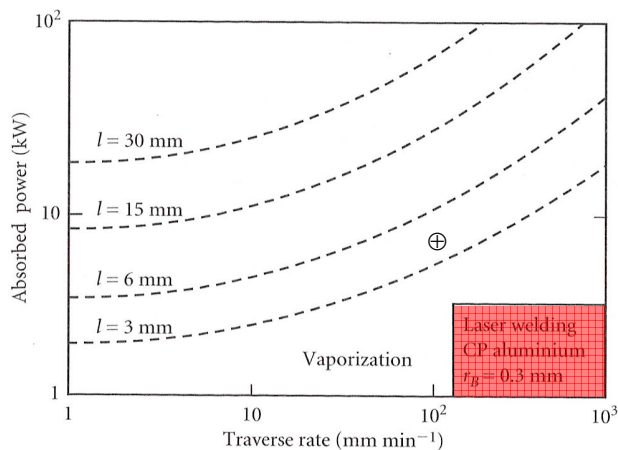
A folyamat komplex természetéből adódóan nem valószínű, hogy a folyamat minden rész-
 letre kiterjedő modellezése valaha is lehetővé válik. Bizonyos körülményeket rögzítünk és
 megfontolt geometriai egyszerűsítéseket is kell tennünk (pl. hengeres gázüreg). Ebből
 adódóan a kalibrációs pont szerepe is nagyobb!



teljes beolvadásos hegesztés

l^* : normalizált lemezastagság

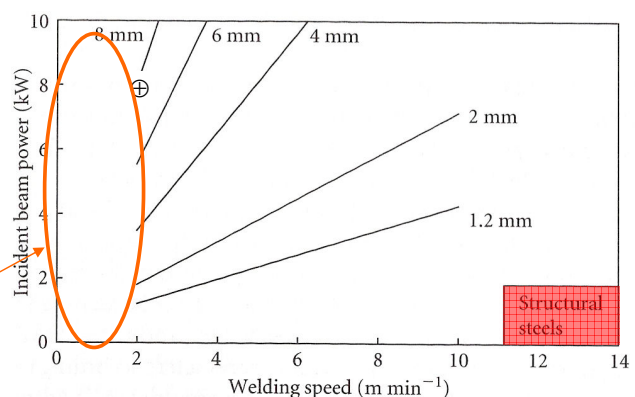
Keyhole welding grafikon 2.



Áttekintő ábra (Al)

változik a PPM ezért a modell érvényét veszti!

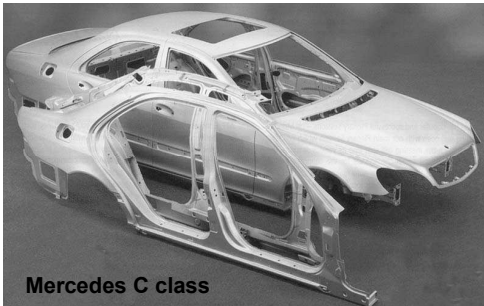
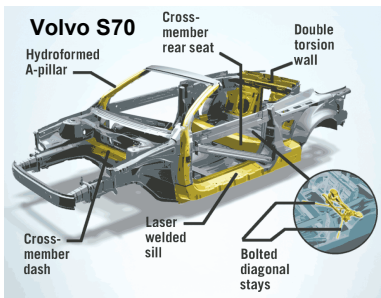
Részletes ábra (acél)



Alkalmazások

<p>Automotive</p> <ul style="list-style-type: none"> Door panels Audi A2 panels and extrusions Audi A8 bodywork Audi floorpan blanks BMW 5-series bodywork Cadillac Seville centre pillar Chrysler Ultra-Drive transmission Exhaust systems Ford estate roof sections Fuel injectors GM Cadillac rear shelf Mercedes key system Porsche Carrera side doors Tailored blanks Volvo S70 and C70 bodywork Volvo 960 bonnet VW Phaeton door 	<p>Aerospace</p> <ul style="list-style-type: none"> Airbus airframe skin stringers Aircraft structures Jet engine casing flanges Space shuttle engines Materials Power generation Railway Shipbuilding 	<p>Biomedical</p> <ul style="list-style-type: none"> Dental prostheses Construction Domestic goods 	<ul style="list-style-type: none"> Box beams Tailored blanks Beverage cans Window frames Filter cannisters Water tanks Steel coil production Synchrotron chamber Pipes Steam generator tubes Tubular components Carriage bodies Modular components Decking T-stiffeners
--	---	--	--

Alkalmazások



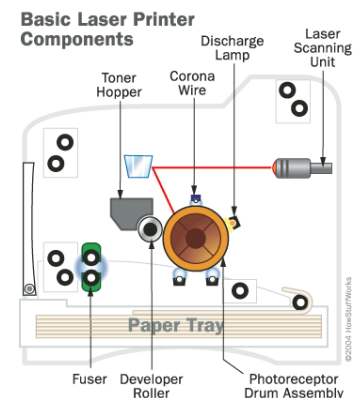
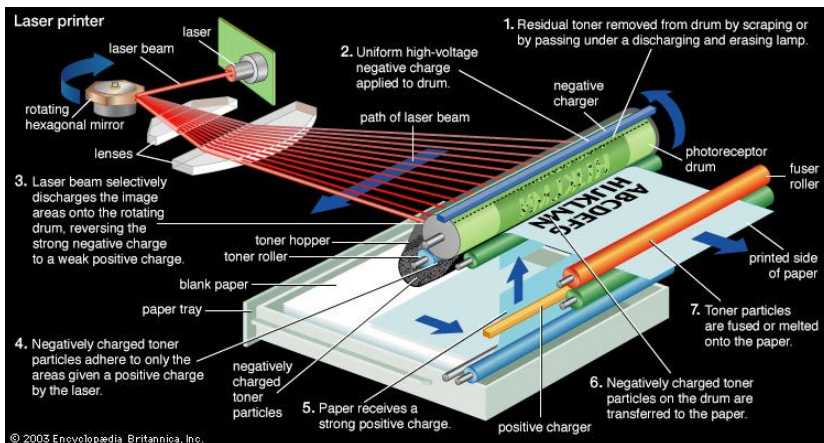
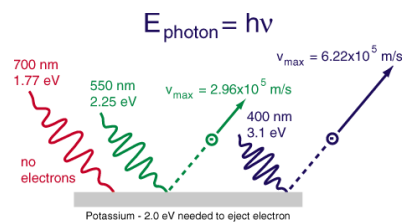
Airbus panel



A lézeres anyagmegmunkálás fajtái

- Szerkezeti változás (*structural change*)
- Felületkeményítés (*hardening*)
- Deformáció és törés (*deformation and fracture*)
- Felszíni olvasztás (*surface melting*)
- Bevonatolás (*cladding*)
- Keveréses kötés (*conduction joining*)
- Vágás (*cutting*)
- Jelölés (*marking*)
- Hegesztés (*keyhole welding*)
- Atermális megmunkálás (*athermal processing*)

Fotoelektromos effektus



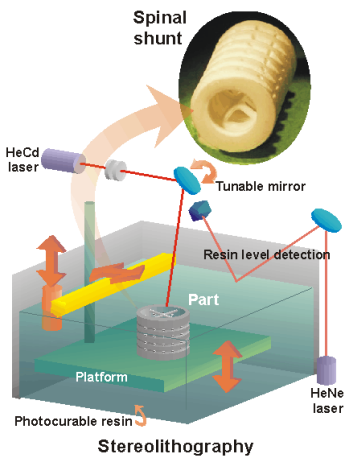
<http://student.britannica.com/eb/art/print?id=68193&articleTypeId=0>

http://w4.siemens.de/Ful/en/archiv/zeitschrift/heft2_97/artikel12/index.html

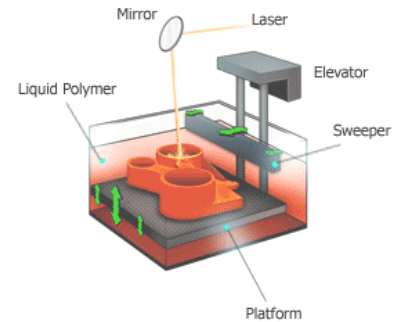
hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/mod1.html

Fotokémiai hatás (fotopolimerizáció)

Sztereolitográfia



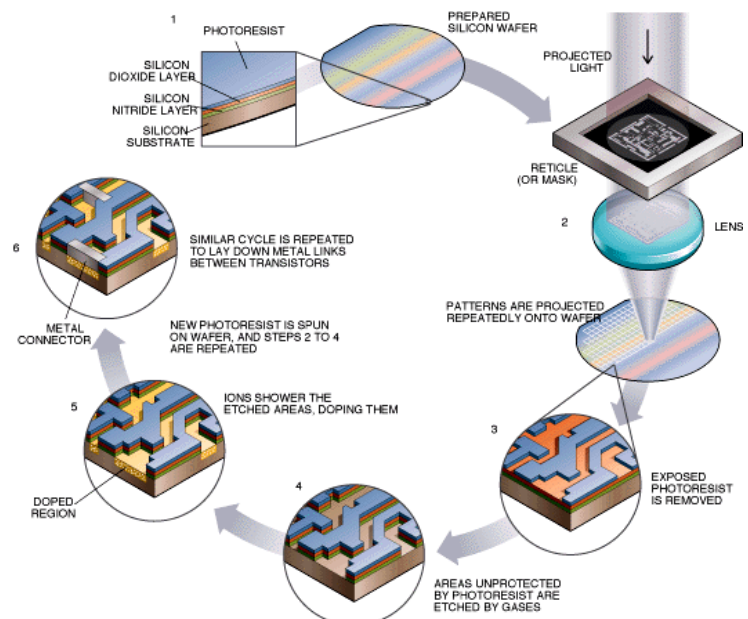
www.centrolaser.it/en/rapid2.html



<http://www.princeton.edu/~cml/html/research/stereolithography.html>
<http://www.m2-systems.com/prototyping/stereolithography.php>

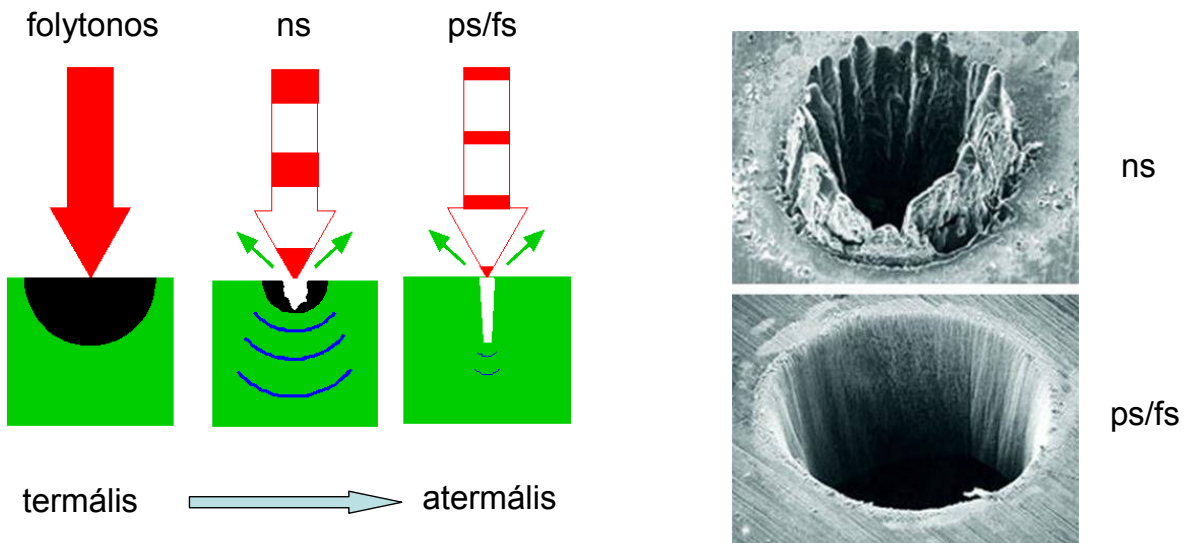
Optikai, vagy fotolitográfia

Litográfia=könyomat készítés



kézzel színezett litográfia
1843-ból (Sir Joseph Paxton)

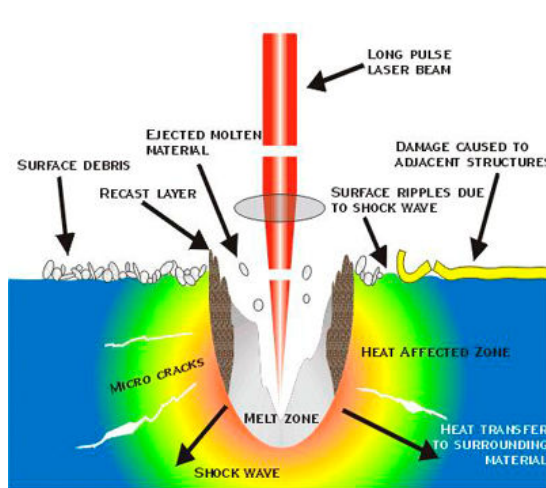
Mikromegmunkálás



www.imra.com/tech-licensing.asp

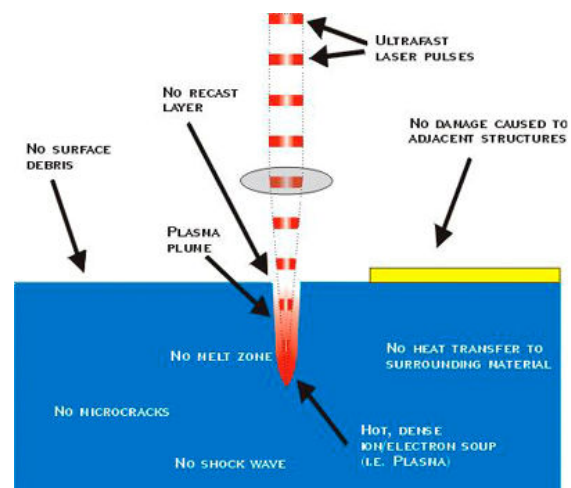
<http://www.imperial.ac.uk/research/photronics/research/topics/ablate/index.htm>

ns kontra fs megmunkálás



©1999 Clark-MXR, Inc.

nanoszekundumos impulzus



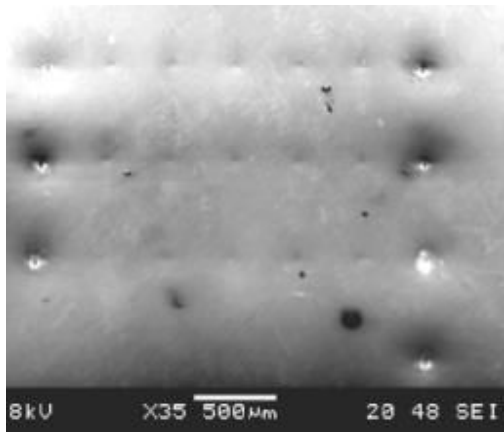
©1999 Clark-MXR, Inc.

pico- és femtoszekundumos impulzus

<http://www.cmxr.com/Industrial/Handbook/Images/longpulse.swf>

<http://www.cmxr.com/Industrial/Handbook/Images/shortpulse-2.html>

Megmunkálás lökéshullámokkal



SEM micrograph of dents produced by LSP on aluminum sample (3 laser pulses at each location with pulse energy $E = 240 \mu\text{J}$, laser pulse duration = 50 ns, pulse repetition rate = 1 KHz, beam diameter = 12 microns, laser wavelength = 355 nm)

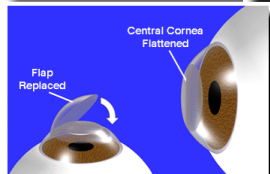
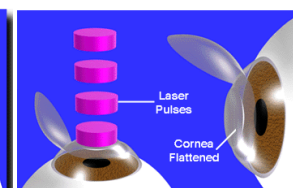
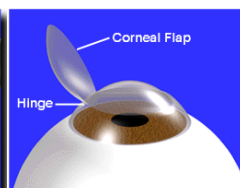
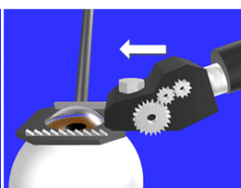
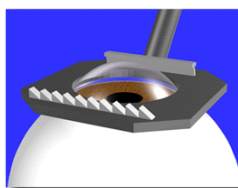
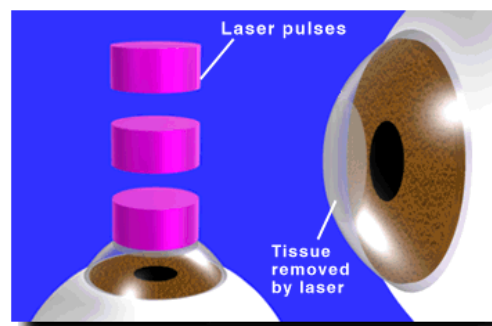
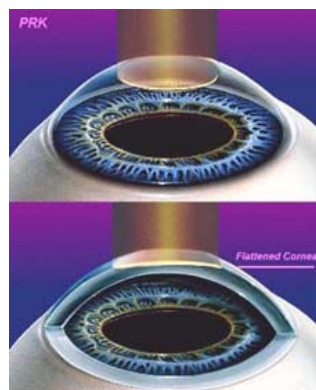
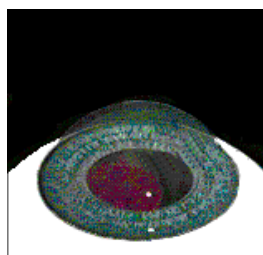


The Air Force ManTech Program, working with General Electric Aircraft Engines and LSP Technologies, Inc., developed an emerging technology, called laser shock peening, as a potential solution to increase the durability of titanium fan blades and decrease the sensitivity to foreign object damage. **Laser shock peening uses a high-energy laser pulse to impart an intense shock wave into the surface of metal parts. The shock wave creates deep compressive residual stresses which greatly improve fatigue properties and toughness.**

<http://www.mrl.columbia.edu/photogallery/photo26003/uLSPpic.htm>

<http://www.mrl.columbia.edu/ntm/CrossProcess/CrossProcessSect6.htm>

Fotorefraktív keratectomy

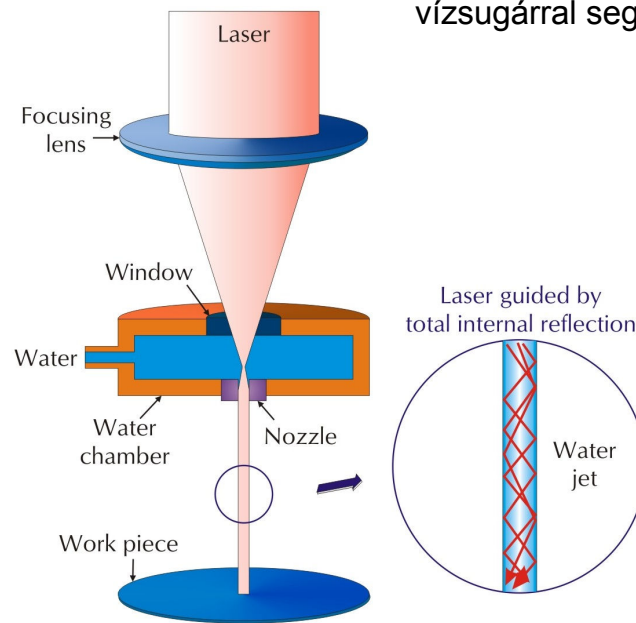


<http://www.geocities.com/hotsprings/spa/8079/laser.html>

<http://www.lasersite.com/PRK/index.htm>

Exotikus alkalmazás(ok)

vízszugárral segített lézervágás



<http://www.synova.ch/>