

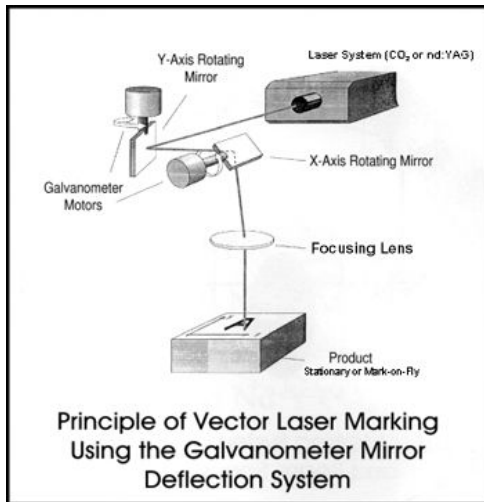
A lézeres anyagmegmunkálás

2010. december 1.

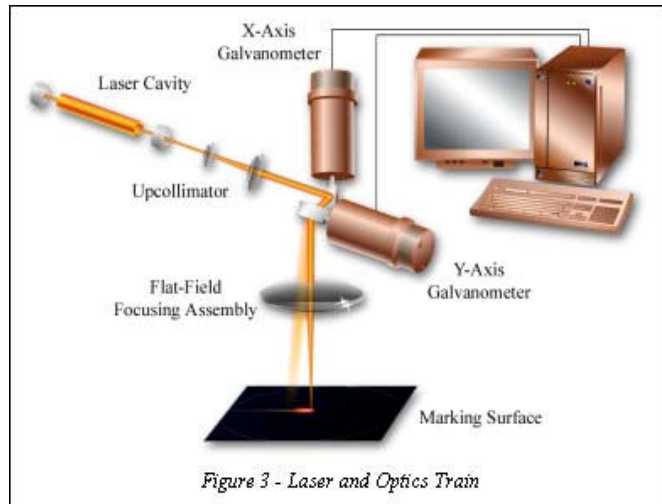
A lézeres anyagmegmunkálás fajtái

- 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*)

Jelölés (*marking*)

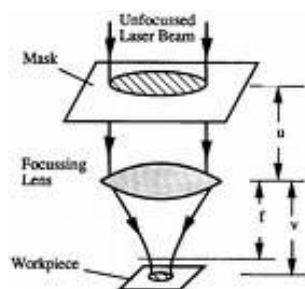
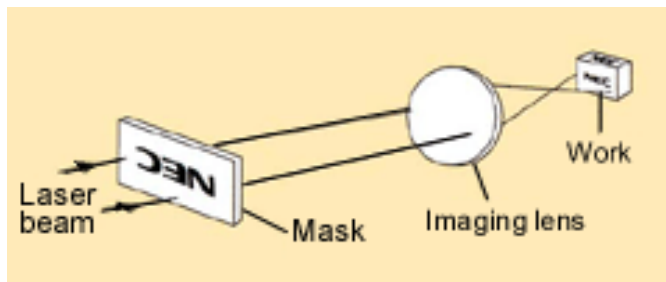


Mintázat kialakítás pásztázással (scanning)

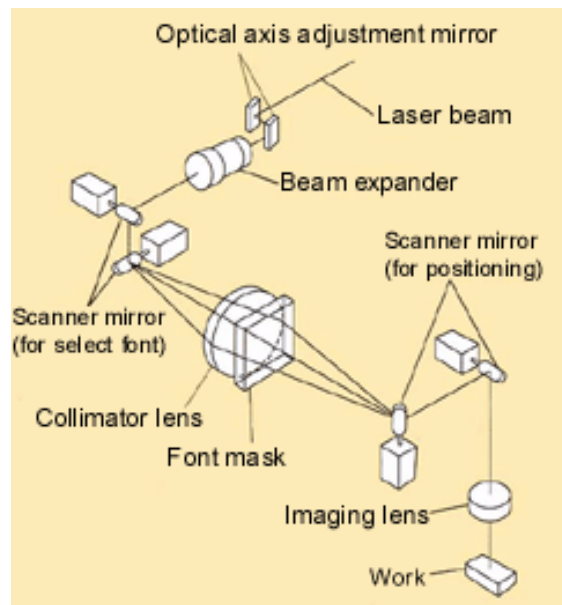


További kísérleti megvalósítások

Maszkolás



Kombinált pásztázás + maszkolás



Mechanizmus szerint lehet

Habosítás (*foaming*)

Elszinezés (*discolouration*)

Kifakítás (*bleaching*)

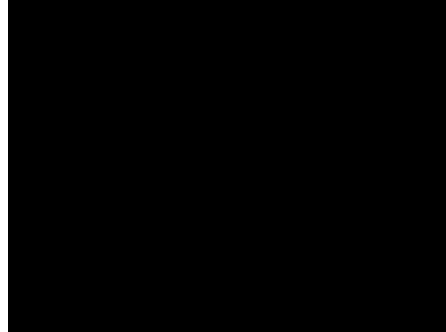
Metszés, gravírozás (*engraving*)

Abláció (*ablation*)

Néhány alkalmazás 1.



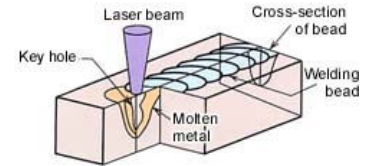
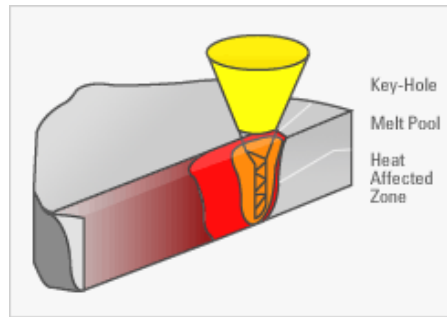
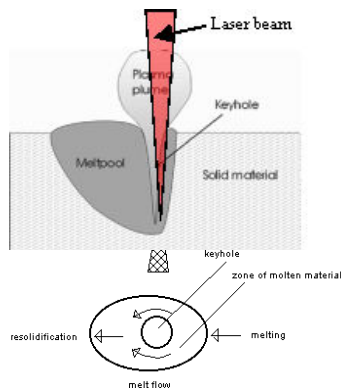
Néhány alkalmazás 2.



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



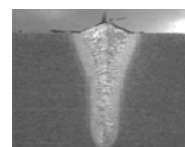
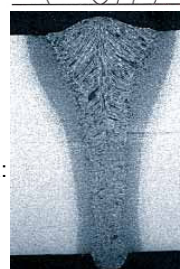
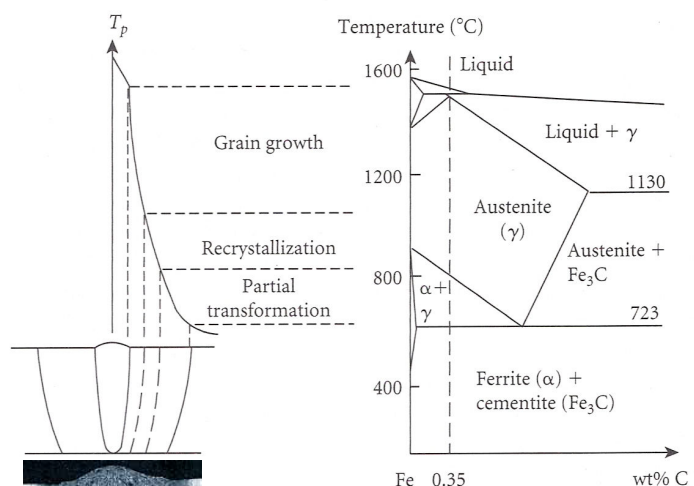
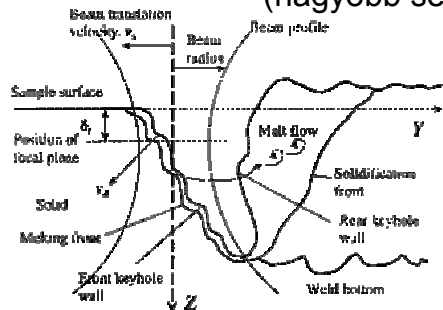
Alapja az összekötendő anyagok megömlesztése jelentős párolgás kíséretében.

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)

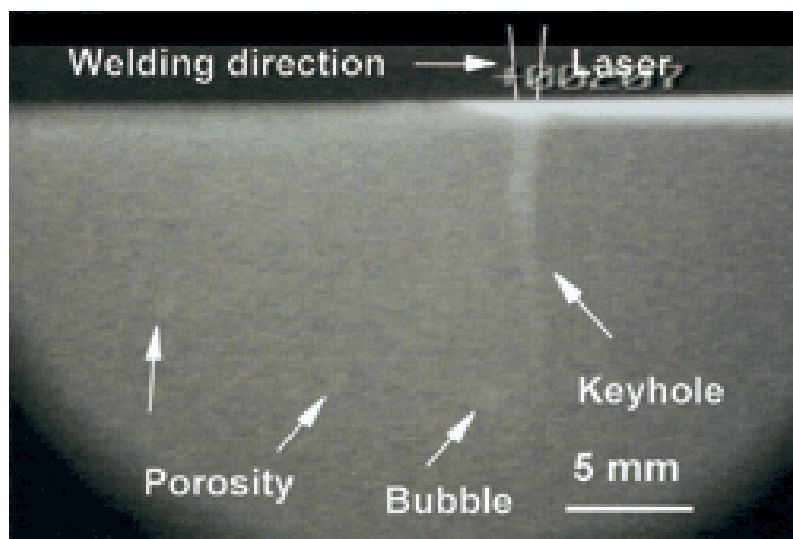
A mechanizmus

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

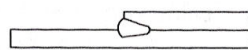
Röntgen transzmissziós kép

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

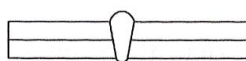
Kötésfajták



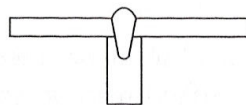
Square butt



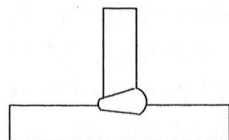
Edge fillet



Lap



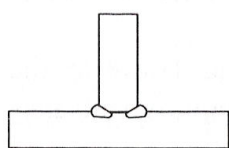
Stake, spike or spot



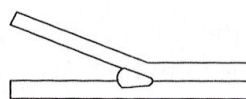
Single-pass T-butt



Edge butt



Double-pass T-fillet



Kissing or flare

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

Védőgázok

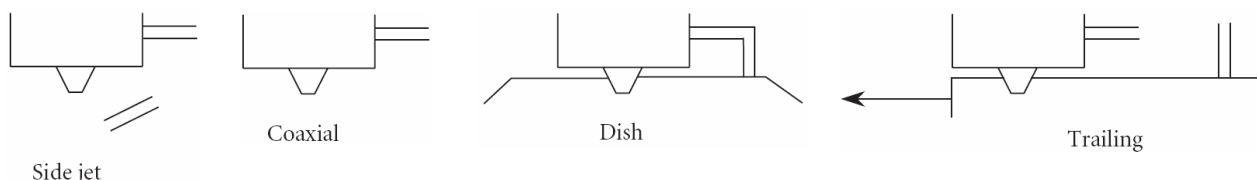
Feladatuk:

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

Szokásos védőgázok és néhány fontosabb tulajdonságuk:

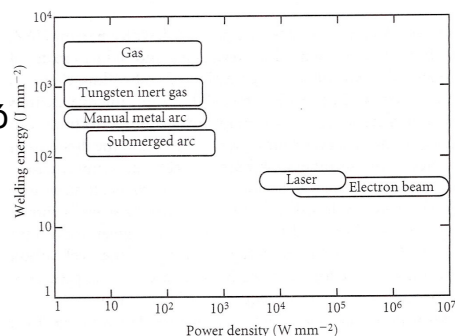
Gas	Molecular weight	Thermal conductivity @1200 K ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)	1st ionization potential (eV)	Density (g L^{-1})	Relative cost (Europe)	
He	4	0.405	24.46	0.1769	1	plazma visszaszorítás kisebb abszorpció a közeli IR-ban
Ar	40	0.049	15.68	1.7828	0.4	
N ₂	28	0.076	15.65	1.2507	0.1	
O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

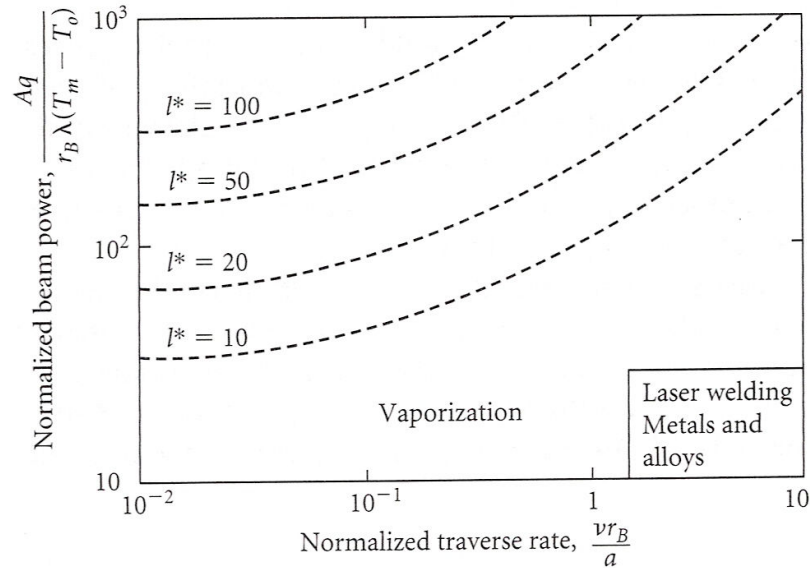


Hátrányok:

- 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.

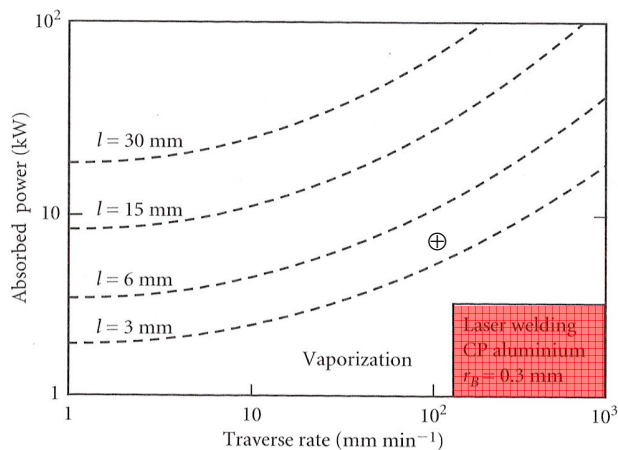
A folyamat komplex természetéből adódóan nem valószínű, hogy a folyamat minden rész-
 letre kiterjedő modellezése valaha is lehetővé válik. Bizonyos körülményeket rögzítünk és
 megfontolt geometriai egyszerűsítéseket is kell tennünk (pl. hengeres gázüreg). Ebből
 adódóan a kalibrációs pont szerepe is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



teljes beolvadásos hegesztés

l^* : normalizált lemezastagság

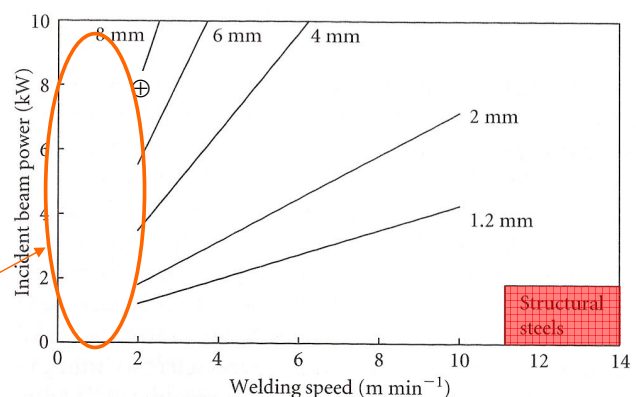
Keyhole welding grafikon 2.



Áttekintő ábra (Al)

változik a PPM ezért a modell érvényét veszti!

Részletes ábra (acél)



Alkalmazások

Automotive

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

Aerospace

Airbus airframe skin stringers
Aircraft structures
Jet engine casing flanges
Space shuttle engines

Biomedical

Dental prostheses

Construction

Box beams
Tailored blanks
Beverage cans
Window frames
Window spacers
Filter cannisters
Water tanks

Domestic goods

Materials

Steel coil production
Synchrotron chamber
Pipes

Power generation

Steam generator tubes
Tubular components

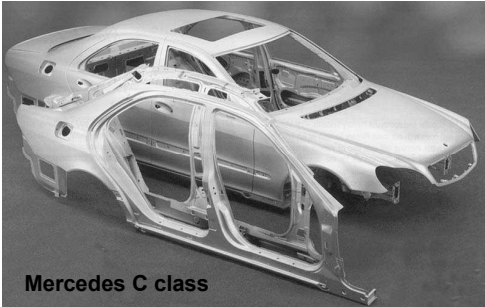
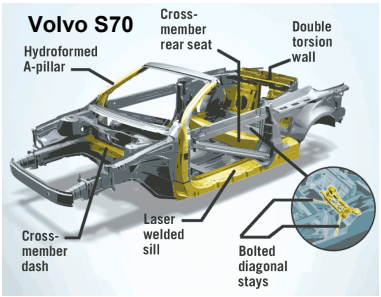
Railway

Carriage bodies

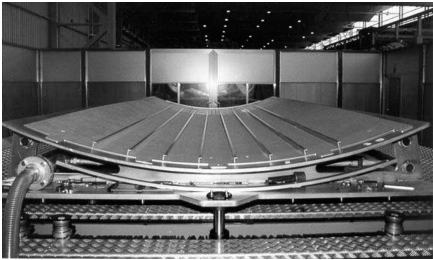
Shipbuilding

Modular components
Decking
T-stiffeners

Alkalmazások



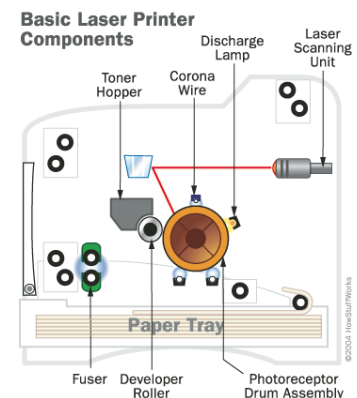
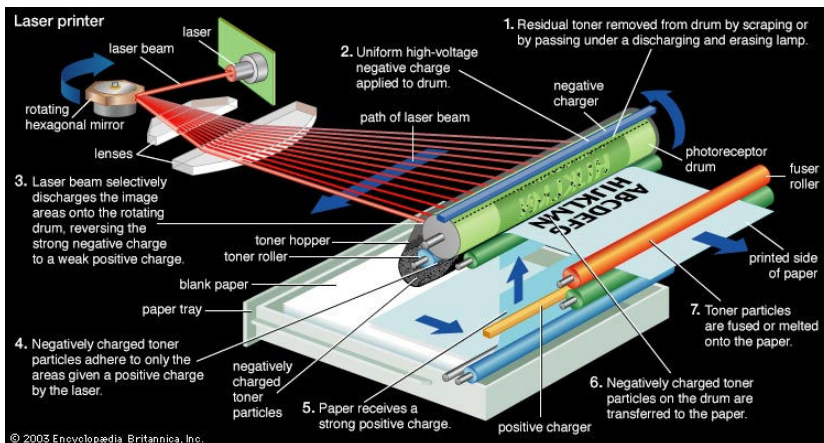
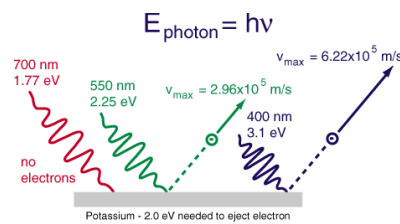
Airbus panel



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



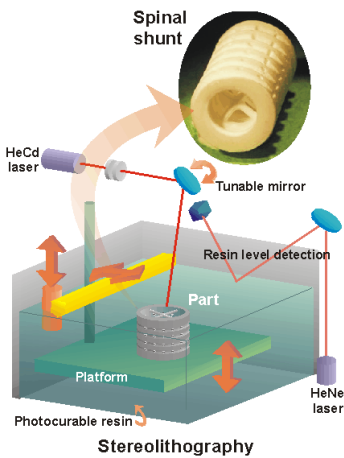
<http://student.britannica.com/eb/art/print?id=68193&articleTypeId=0>

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

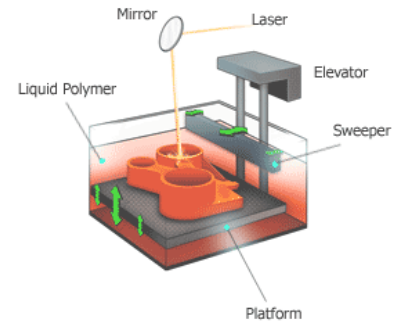
hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/mod1.html

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)

