National Kaohsiung First University of Sci. & Tech.

LIGA 技術

LIGA Technology

余 志 成
高雄第一科技大學機械系

Department of Mechanical and Automation Engineering
National Kaohsiung First University of Science and Technology

Micro-Electro-Mechanical System Lab.

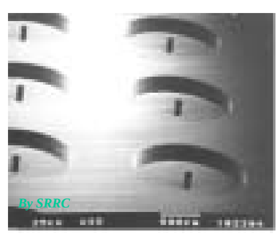
NKFUST

What is LIGA ?

- German acronym: Lithographie , Gaivanoformung, Abformung (Lithography微影、 Electroplating電鑄、 Molding模造) X光深刻模造法

Lithography

Electroplating



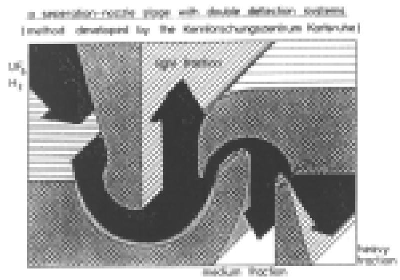
Molding

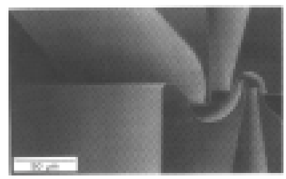
MEMS Lab.

NKFUST

Why LIGA?

- 80年代發展於Research Center Karlsruhe用來作製造濃縮鈾所需的擴散噴嘴
- 可製作高度達數百微米，而側面尺寸可達0.2微米之微元件
- 可用於矽基製程無法製造之金屬件，或作為塑膠、陶瓷元件之成形模具
- 缺點：需以X-ray作為曝光源，製作成本高



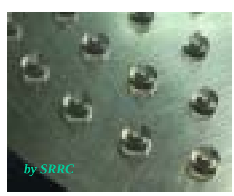


MEMS Lab.

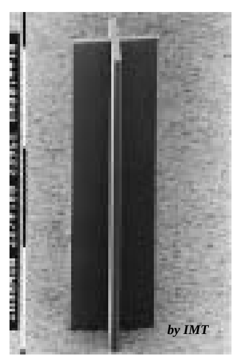
NKFUST

Why “LIGA”?

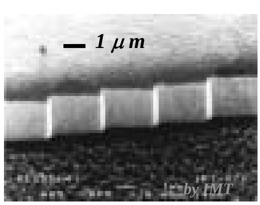
• *mass production*



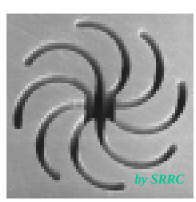
• *any materials*



• *high aspect ratio*



• *high precision*
• *low surface roughness*



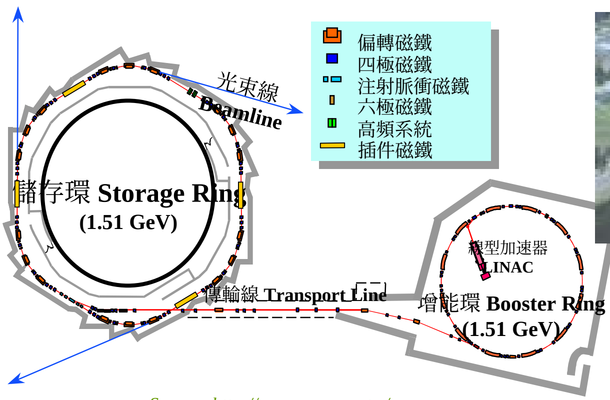
• *any lateral pattern*

MEMS Lab.

NKFUST

Synchrotron Radiation Research Center

- 新竹同步輻射中心：提供LIGA用X光源

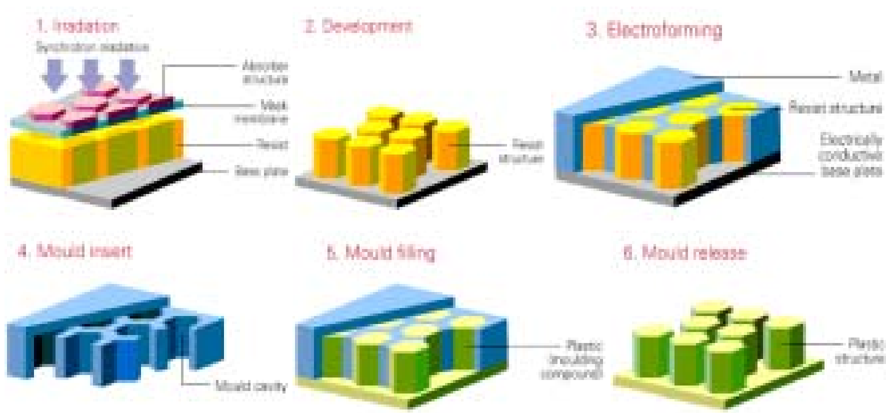


Source: http://www.srrc.gov.tw/

MEMS Lab.

NKFUST

LIGA Process



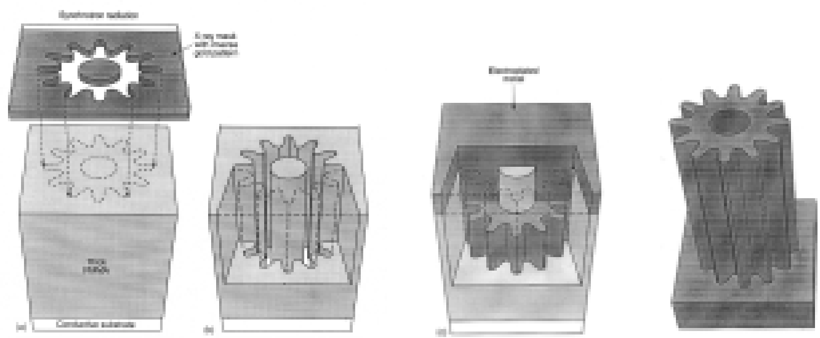
Source : IMM home page

MEMS Lab.

NKFUST

LIGA （微影與電鑄）

- X光微影、電鑄、洗去光阻可得金屬結構



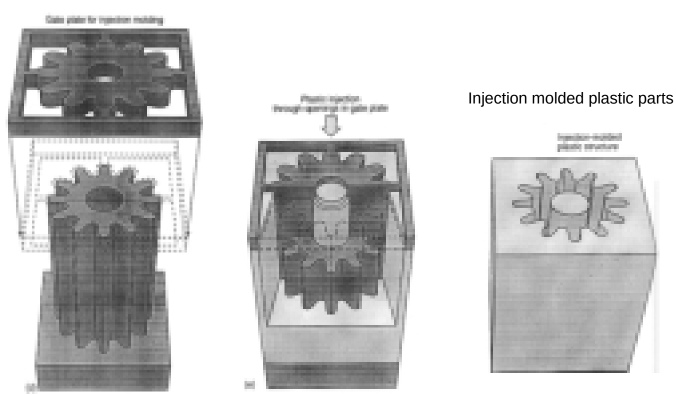
MEMS Lab.

7

NKFUST

LIGA （微影電鑄與模造）

- X光微影、電鑄、洗去光阻後所得的金屬結構做為射出模具，可製造與原先PMMA相同之塑膠件



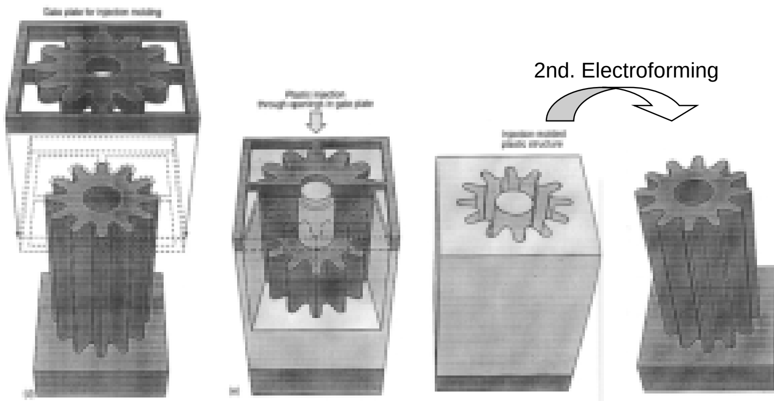
MEMS Lab.

8

NKFUST

LIGA塑模二次翻鑄

■ 以先前的微射出模具，將塑膠射於導電基版上，進行二次電鑄，可複製金屬件



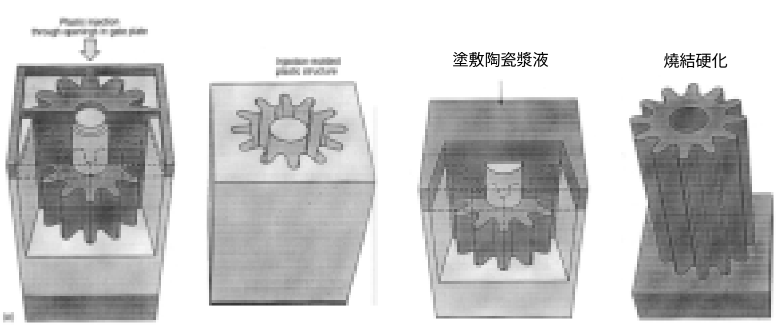
MEMS Lab.

9

NKFUST

陶瓷材料的微模造

■ 以先前LIGA翻模射出的塑膠模版為基本，充填陶瓷漿液，再進行燒結，即可得微陶瓷結構



MEMS Lab.

10

NKFUST

LIGA的光罩製作

- 光罩由吸收體、承載模、與支撐框所構成
- X光可穿透鈦或鈹，而會被金、鉑、鎢或鉭所吸收
- 造價高

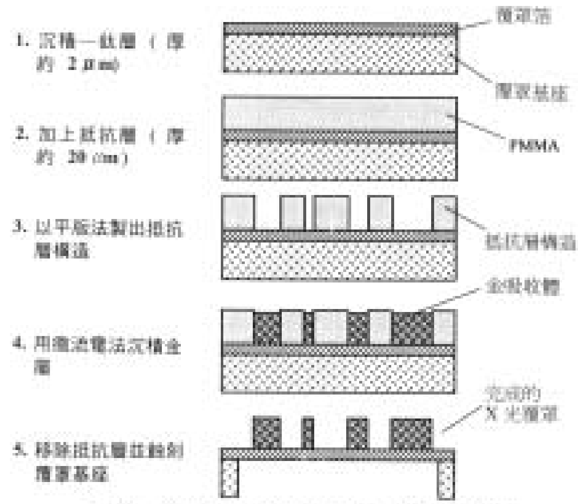
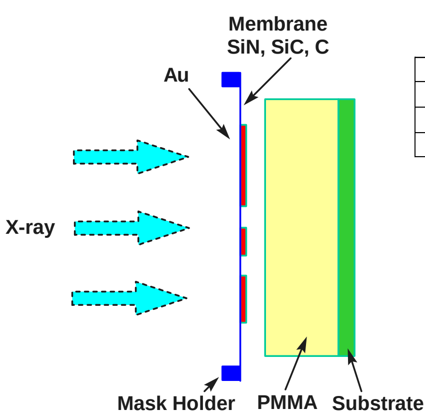


圖 4.25 X 光平版法用之覆罩之製造，根據 [Menz 93]。

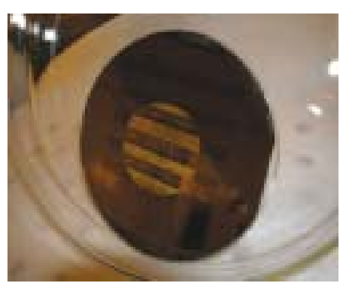
NKFUST

X-ray and UV Masks



UV Mask vs. X-ray Mask

	UV Mask	X-ray Mask
Absorber Thickness	~ 100 nm	~ 10 μm
Membrane Thickness	~ mm	~ μm
Projection Ratio	N:1 or 1:1	1:1



MEMS Lab.

NKFUST

X-Ray Lithography

- Fresnel繞射現象會使曝光源擴散到吸收體邊腳的非曝光區，造成影像失真，繞射現象與波長呈正比
- 同步輻射源X光：磁場加速電子，波長0.2　0.6奈米，平行度佳、穿透性高
- 一般PR採PMMA，但PMMA對X光不很敏感，照射時間久（350微米需八小時），易劣化

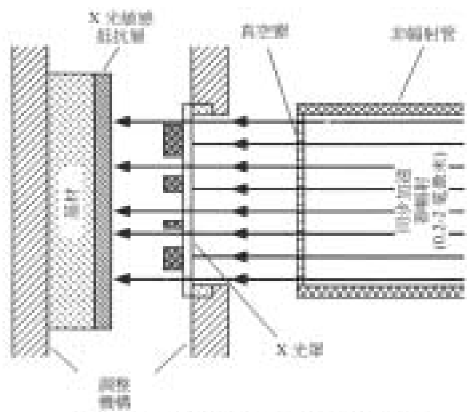


圖 4.26 基材由 X 光平版法曝光，刪繪 [Menz 93]。

MEMS Lab.

NKFUST

微電鑄

- 成形PMMA在導電基板（金屬板加氧化鈦增加附著性）
- 電鑄法沈積金屬（鎳、銅、金以及鎳鈷、鎳鐵合金），鎳基的電解液常用
- 可製成完工金屬件或作為射出之成形模具

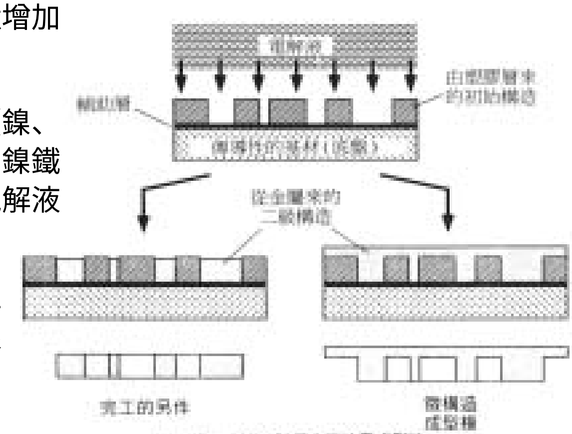


圖 4.27 LIGA 製程之微電鑄成型法。

MEMS Lab.

NKFUST

Plastic Molding

- Injection Molding
  - 聚甲醛(Polyoxymethylene)
  - PMMA
- Reaction Injection Molding
  - 低黏性、所需壓力低，故較常用
  - 使用反應樹脂如甲基丙烯酸膠、矽膠、乙內醯胺膠
- 成形塑膠件可進行第三級的微電鑄成金屬件，或以陶瓷粉末注入塑膠模後燒結成陶瓷件

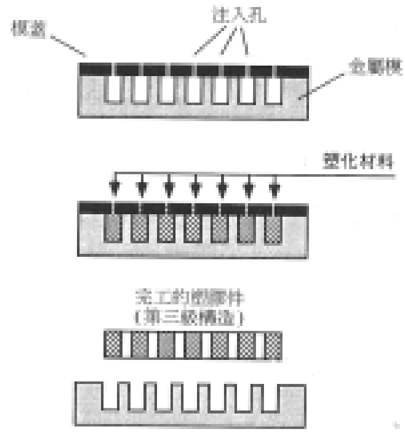


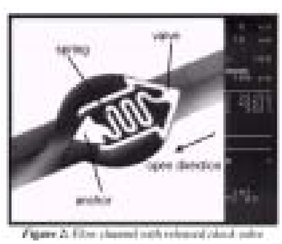
圖 4.28 射出技術之種類。

MEMS Lab.

NKFUST

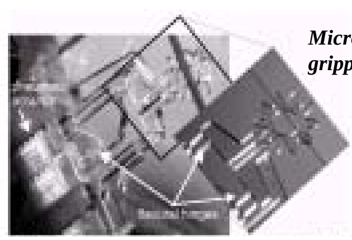
SU-8 Applications

Planar coil

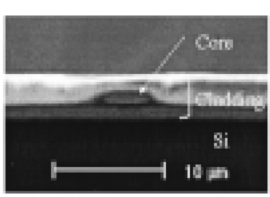


Check valve

Micro gripper



Optical waveguide



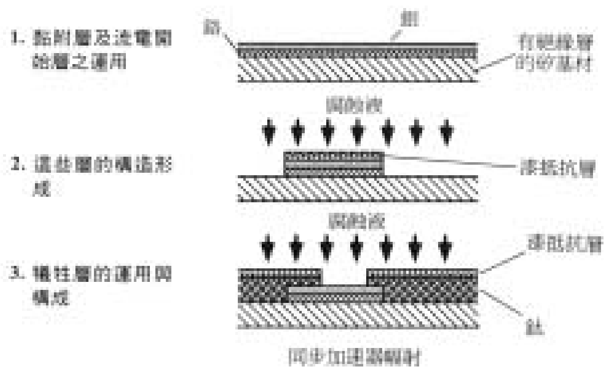
App. Phys. Lett., 78(15), 2110

Volker Seidemann et al., Transducer'01, June 10-14, Germany.

NKFUST

Sacrificial LIGA Technique (SLIGA)

- 在LIGA製程之前在基材先鍍上一層鈦，LIGA成形後再以濕蝕刻選擇性移除鈦，便可得到分離的微元件

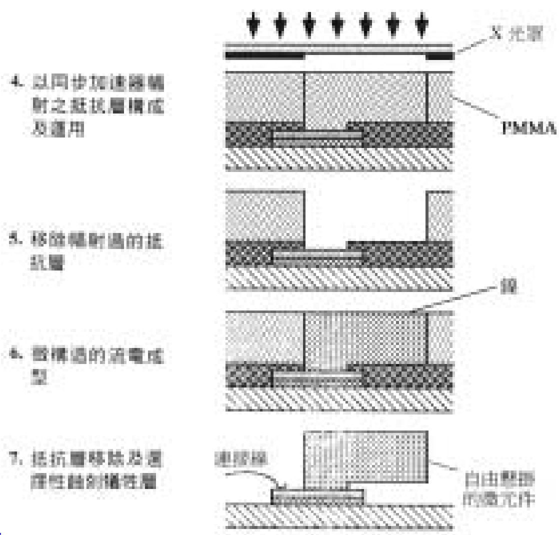


MEMS Lab.

17

NKFUST

SLIGA



Lab.

18

NKFUST

電容式微加速度計之位移感測器

- 鎳製振動質塊，高100微米與上下電極間隙為3微米
- 右下方為mechanical over load stop以防止過載破壞

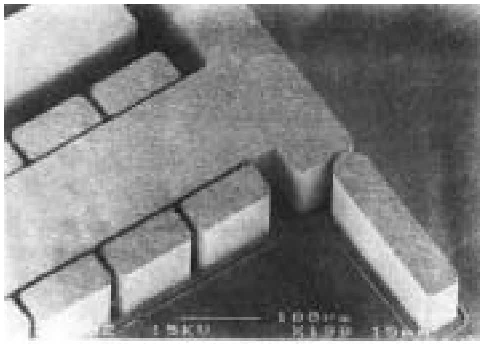


圖 4.31 加速感測器零件。感謝 the Karlsruhe Research Center, IMT。

MEMS Lab.

19

NKFUST

微渦輪機的致動齒輪

- 以LIGA技術製作的鎳齒輪，直徑260微米，高150微米（左圖）

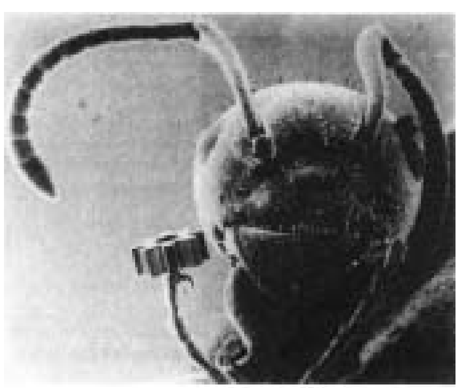
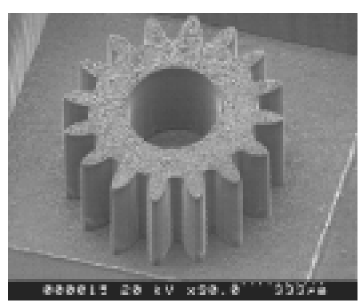


圖 4.32 由 LIGA 技術所製之微渦輪機的致動齒輪。感謝 the Karlsruhe Research Center, IMT。



http://ultra10.pidc.gov.tw/Research/Nano/index.html

MEMS Lab.

20

NKFUST

具齒輪變速器之微馬達

- 鎳製，高100微米，軸與轉子間隙為500(nm)

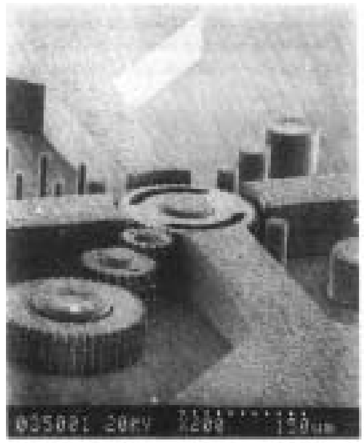


圖 4.33 使用 SLIGA 技術的微馬達。感謝 the University of Wisconsin-Madison (Department of Electrical and Computer Science.)

ab.

NKFUST

Electrostatic Comb Actuators

- 下方梳狀結構與基材連接，上方梳狀結構為懸浮與一微彈簧結構連接，可受靜電力吸引而移動
- 梳尺長200微米
  寬20微米
  齒間距5微米
- 結構高70微米

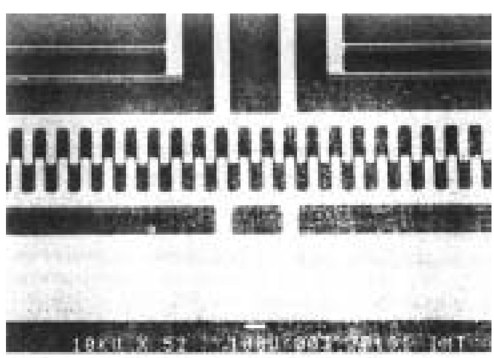


圖 4.34 具梳狀驅動物之 LIGA 微構造。感謝 the Karlsruhe Research Center, IMT。

ab.

NKFUST

微幫浦示意圖

- 外殼為100微米高，約2.7微米的薄鈦層與玻璃層
- 聚醯胺膜閥門 (Polyimide)

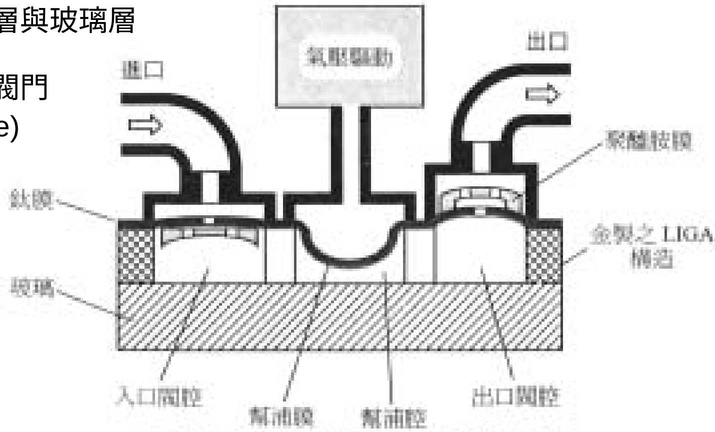


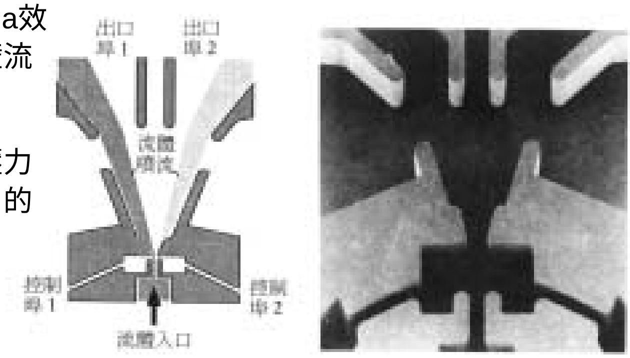
圖 4.35 微幫浦之示意草圖。根據 [Schom 93]。

MEMS Lab.

NKFUST

Microfluidic Controllers

- 流體因Coanda效應而沿開關壁流動
- 控制埠施加壓力改變流體出口的方向



a b

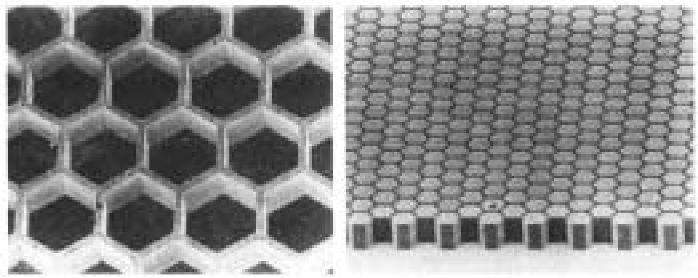
圖 4.36 一個由 LIGA 技術所製的雙穩態開關。(a) 設計示意圖；(b) 具有一個 30 微米寬度之 PMMA 製之噴嘴之高 500 微米之原型。感謝 the Karlsruhe Research Center, IMT。

MEMS Lab.

NKFUST

High Pass Optical Filter

- LIGA technique by reaction molding
- 孔徑80微米，高170微米，間隙8微米



a　　　　　　　　　b

圖 4.37　LIGA 製成之高通濾光器。(a) 鎳模；(b) PMMA 製第三級微構造。感謝 the Karlsruhe Research Center, IMT。

25

NKFUST

LIGA Applications

MEMS Lab.

26

NKFUST

LIGA-like 製程

- LIGA製程
  - X光深刻模造技術，深度可達數mm，深寬比可大於100，線寬控制在0.2微米，但成本高
- LIGA-like製程：以其他技術完成光刻微影製程的製程之統稱
  - 超導小型同步輻射：光源波長1.3nm，曝光深度可達150微米
  - 深紫外光刻術：光波長為200-300nm之深紫外光，曝光深度為數百微米，深寬比5-10
  - 準分子雷射(Excimer Laser)剝蝕：直接在基材上加工，加工精度在微米級，深寬比10左右，又稱Laser-LIGA
  - 反應式離子蝕刻(RIE)：蝕刻深度可達500微米，深寬比15-20左右

MEMS Lab.

27