



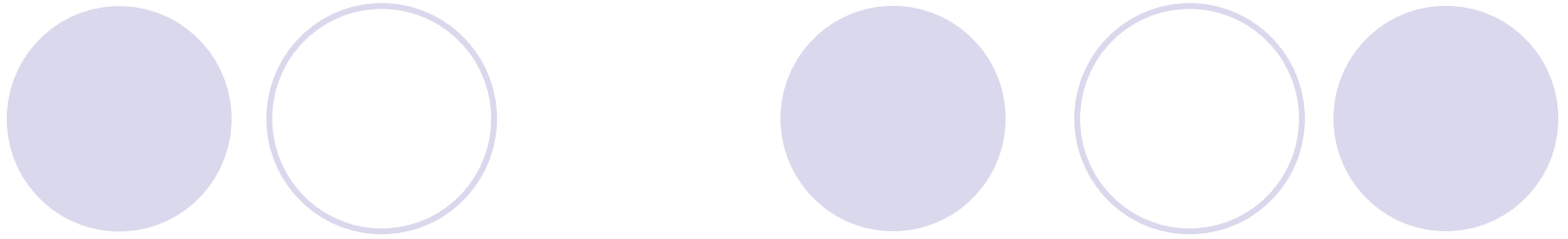
CÔNG NGHỆ GIA CÔNG PHI TRUYỀN THỐNG & TẠO MẪU NHANH

Số TC: 2

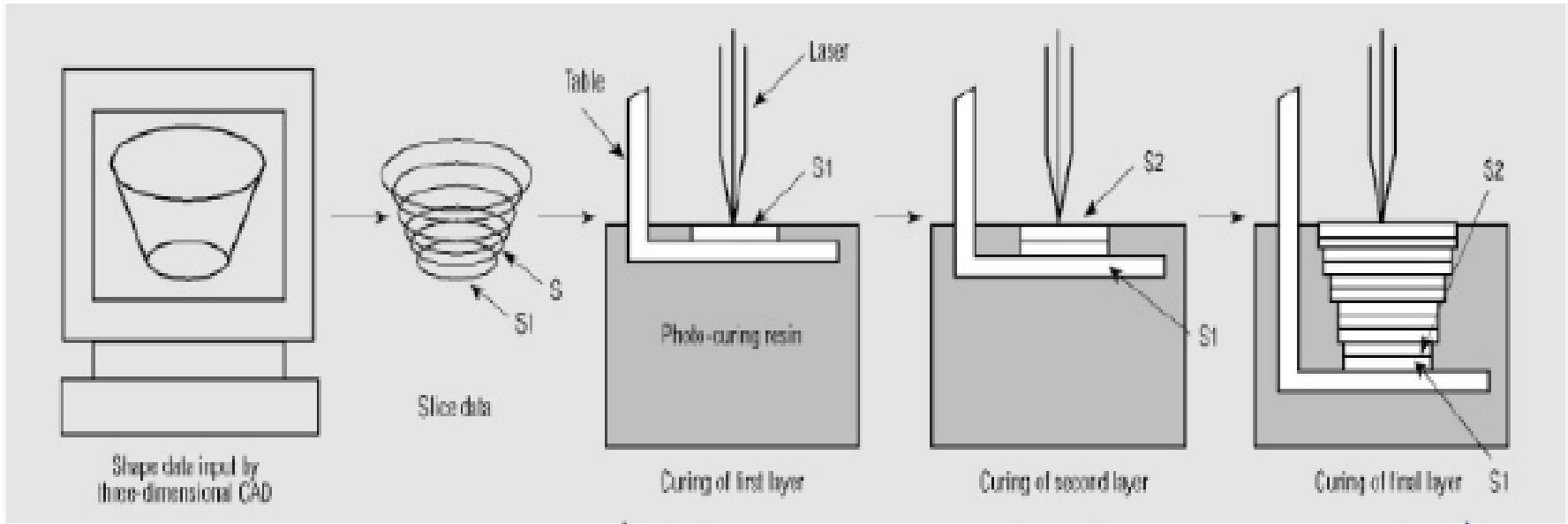
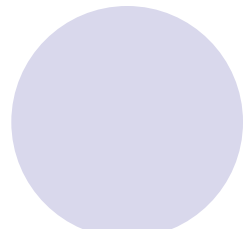
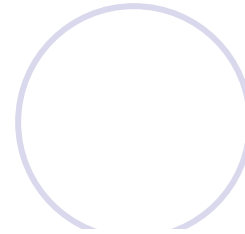
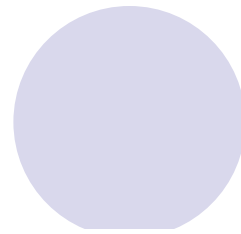
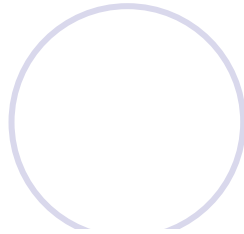
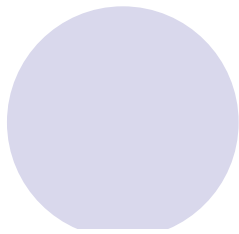
GV: ThS. Võ Thanh Được

Rapid Prototyping (RP) - What???





- **Vật liệu chế tạo (Additive Fabrication)**
 - Vật liệu được thêm vào và liên kết với nhau để tạo thành mẫu không phải là cắt gọt vật liệu như các phương pháp gia công truyền thống (phay, tiện, bào...)
- **Trực tiếp chế tạo từ CAD (Direct fabrication from CAD data)**
 - Trực tiếp tạo ra các mẫu thực từ mô hình CAD
- **Lớp sản xuất (Layered Manufacturing)**
 - Mẫu được tạo theo lớp (lớp sau được tạo thành trên nền của lớp trước)



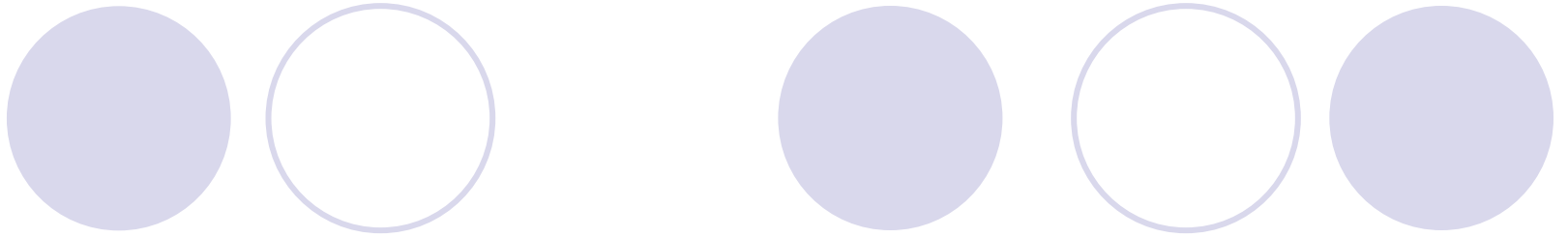
CAD
Model

Slices

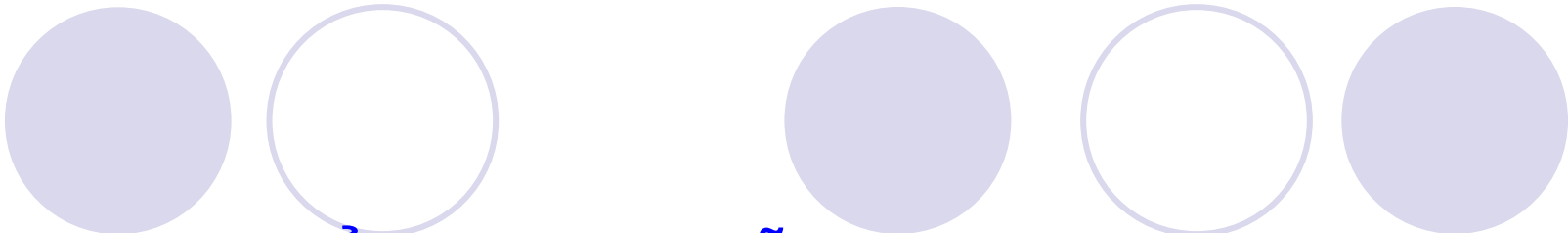
STL file

Stereolithography Apparatus (SLA)

(A triangular approximation of the 3D surface geometry.)




- *Có thể hiểu tạo mẫu nhanh là quá trình tạo mẫu sản phẩm giúp cho nhà sản xuất quan sát nhanh chóng sản phẩm cuối cùng. Quá trình này nhờ các thiết bị RP như những máy in ba chiều cho phép người thiết kế chuyển những dữ liệu CAD 3D thành những mẫu thực một cách nhanh chóng.*

- 
- ❖ Sự phát triển của tạo mẫu nhanh có quan hệ mật thiết với sự phát triển ứng dụng của máy tính trong công nghiệp
 - ❖ Việc gia tăng sử dụng máy tính đã thúc đẩy dự tiến bộ trong nhiều lĩnh vực liên quan đến máy tính bao gồm
 - ★ Thiết kế (CAD–Computer Aided Design)
 - ★ Chế tạo (CAM–Computer Aided Manufacturing).
 - ★ Gia công điều khiển số nhờ máy tính (CNC – Computer Numerical Control).



- Sự nổi lên của hệ thống RP không thể thiếu sự hiện diện của CAD
- Nhiều công nghệ và nhiều sự tiến bộ khác như các hệ thống chế tạo và vật liệu cũng có tính quyết định đến sự phát triển của hệ thống RP.

- 
- Tùy thuộc vào kích thước và độ phức tạp của mẫu mà thời gian để tạo ra một mẫu mới mất khoảng từ 3 – 72 giờ, thậm chí ít hơn. (nhanh hơn nhiều so với các phương pháp tạo mẫu truyền thống).
 - Do mất ít thời gian nên RP giúp cho nhà sản xuất nhanh chóng đưa sản phẩm ra thị trường và giảm chi phí sản xuất. Đó cũng là ưu điểm nổi bật của quá trình tạo mẫu nhanh.



Ba thời kỳ của quá trình tạo mẫu

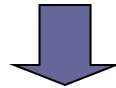
- Thời kỳ đầu : tạo mẫu bằng tay
- Thời kỳ thứ hai : Phần mềm tạo mẫu hay tạo mẫu ảo
- Thời kỳ thứ ba : Quá trình tạo mẫu nhanh

Nền tảng của quá trình tạo mẫu nhanh

- Mẫu hay một bộ phận chi tiết được thiết kế trên hệ thống CAD/CAM.
- Mô hình dạng khối hay mô hình bề mặt sẽ được chuyển sang file định dạng “. STL” (StereoLithography)
- Máy tính phân tích file “.STL” để xác định rõ ràng mô hình cho sản xuất và các lớp mỏng trên mặt cắt ngang.

Quy trình tạo mẫu trong RP

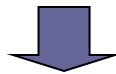
Tạo mô hình CAD của mẫu



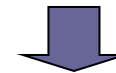
Chuyển mô hình CAD sang
Định dạng STL (*.stl)



Cắt mẫu thành những lớp mỏng
Trên mặt cắt ngang



Hoàn chỉnh mẫu và
Chuyển dữ liệu tới máy RP



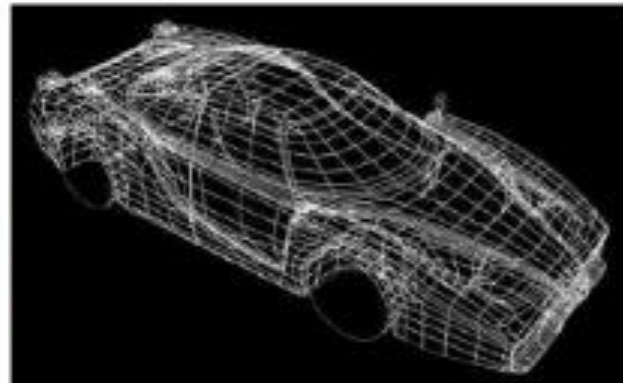
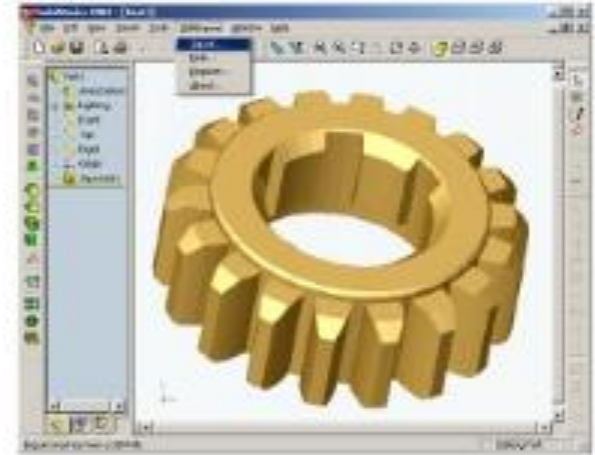
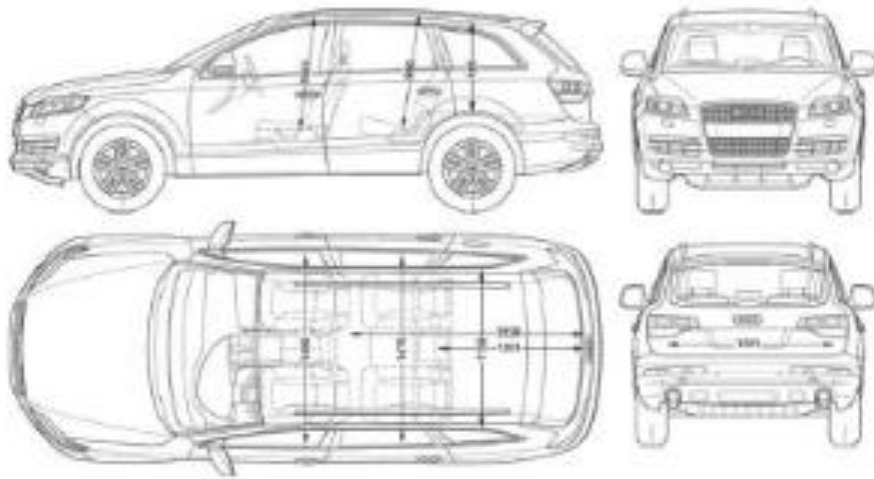
Tạo mẫu theo lớp



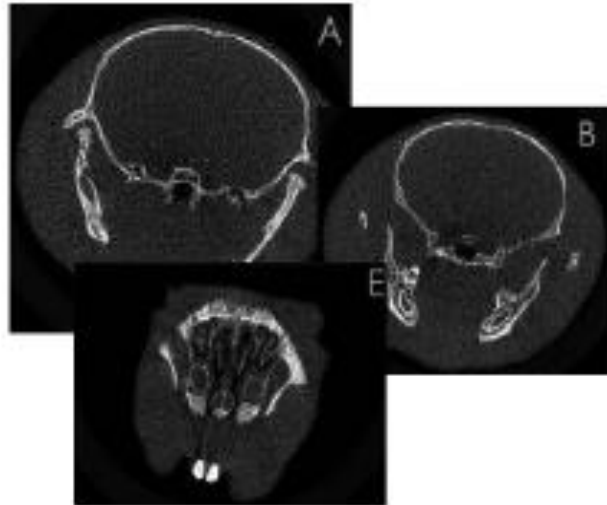
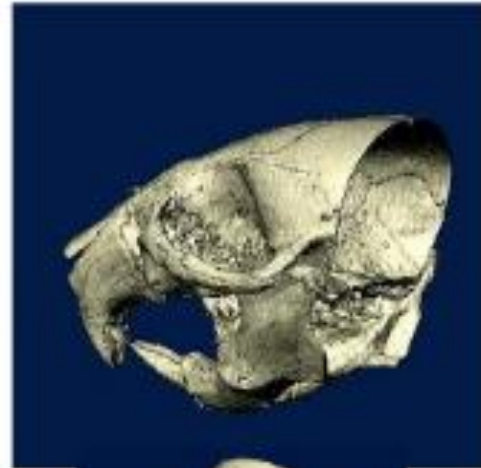
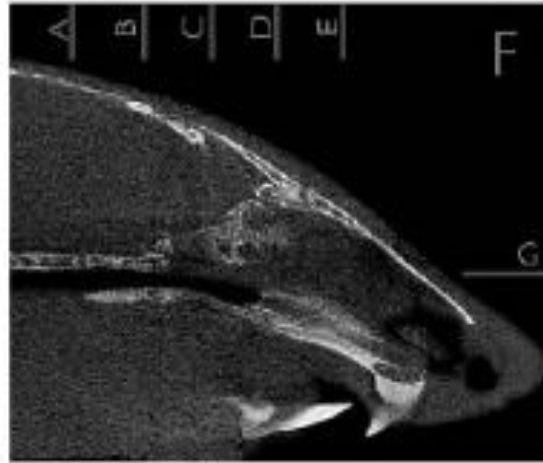
Làm sạch và xử lý mẫu

Tạo mô hình mẫu

- Tạo trực tiếp bằng CAD



Sử dụng phương pháp chụp cắt lớp(CT, μ CT, MRI,...)



Dùng máy đo tọa độ, bút vẽ laser,..



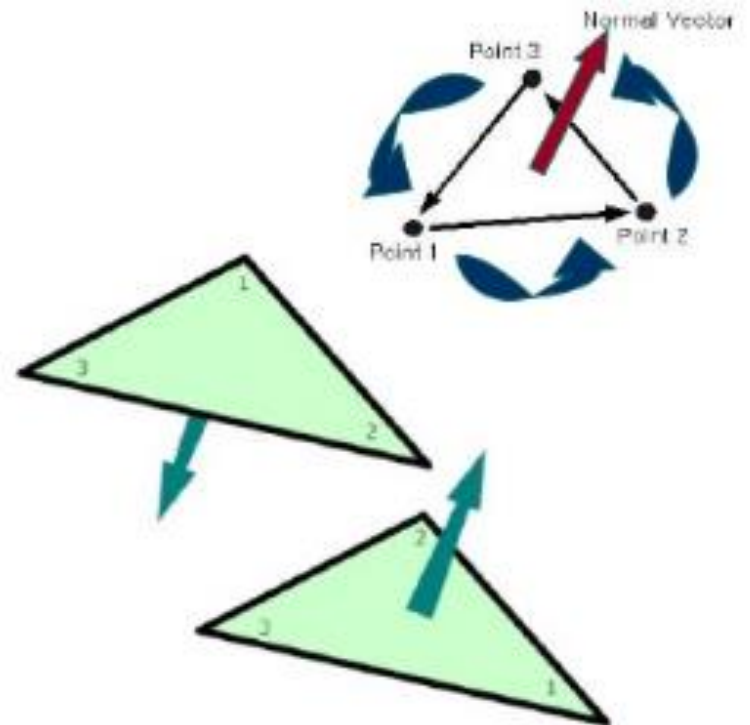
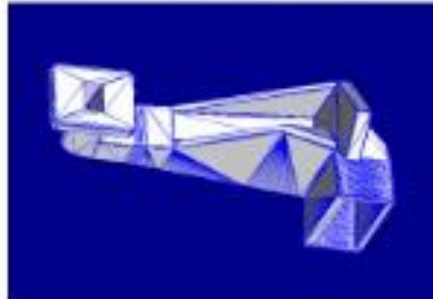
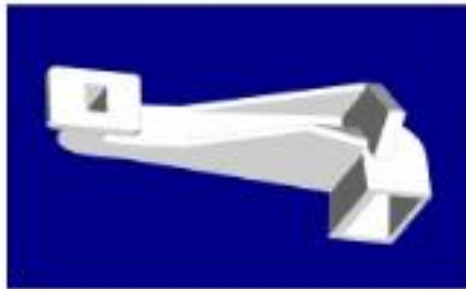
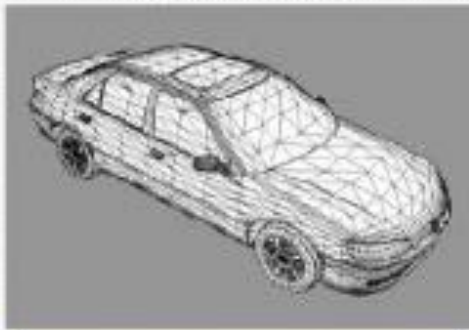
Chuyển sang định dạng STL

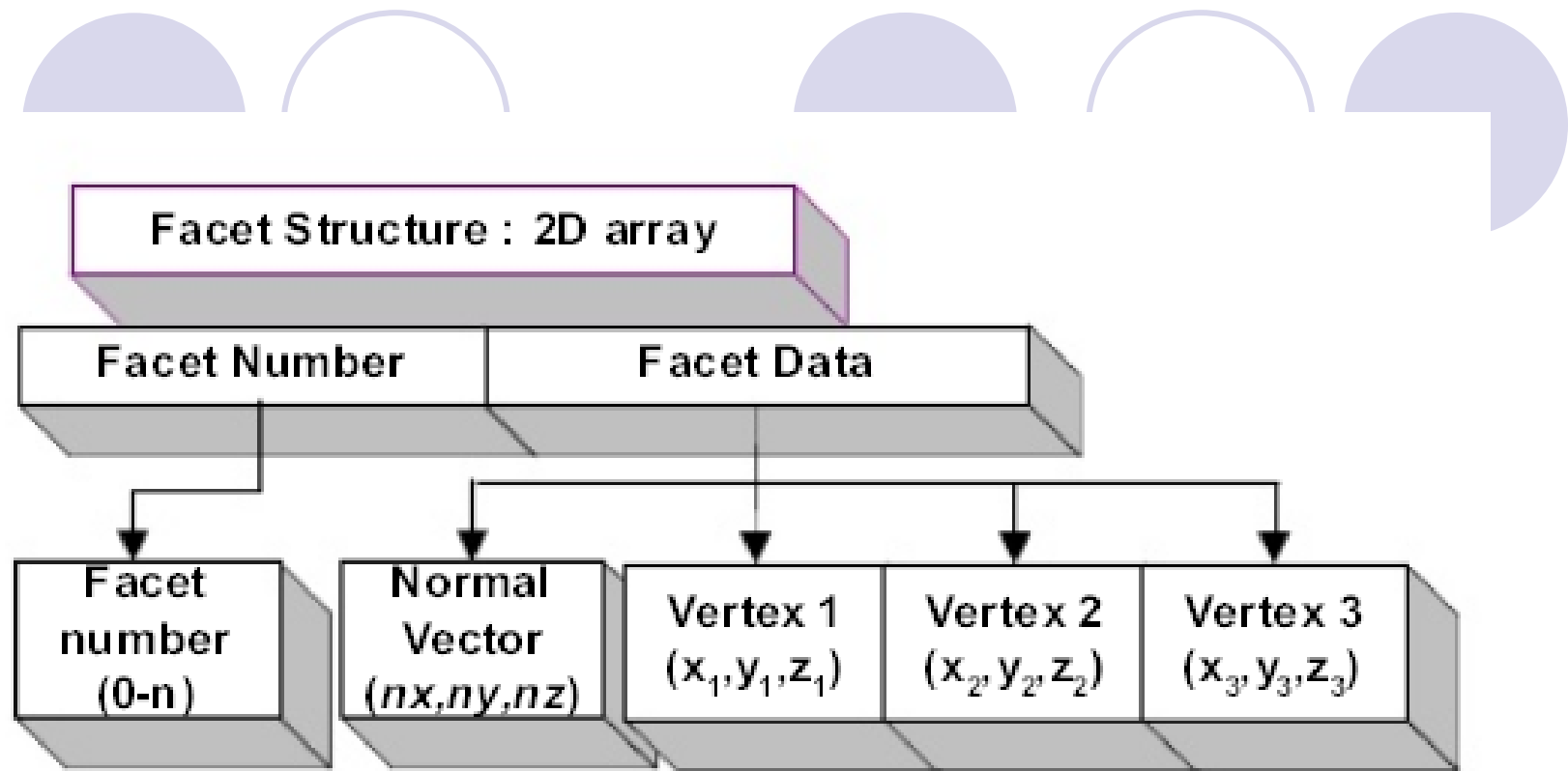
- STL biểu diễn xấp xỉ các bề mặt dưới dạng các mặt cạnh.
- STL file là một danh sách chứa dữ liệu các mặt cạnh. Mỗi mặt cạnh được xác định bởi tọa độ 3 đỉnh của một tam giác và một pháp tuyến ngoài đơn vị của tam giác đó

(1) CAD Model



(2) STL Model





**Facet structure that contains
basic information of CAD model**

- Mỗi tam giác chỉ tiếp giáp qua hai điểm với tam giác kề hay nói cách khác mỗi đỉnh của tam giác không thể nằm trên cạnh của tam giác khác

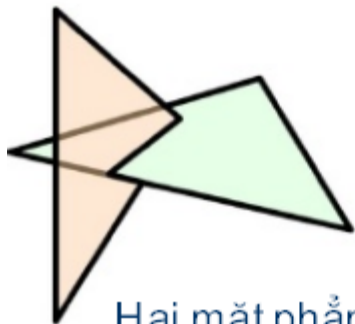
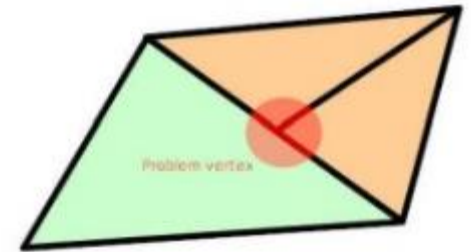
- Một vật thể hợp lệ sẽ nên có:

- Số mặt phải là số chẵn

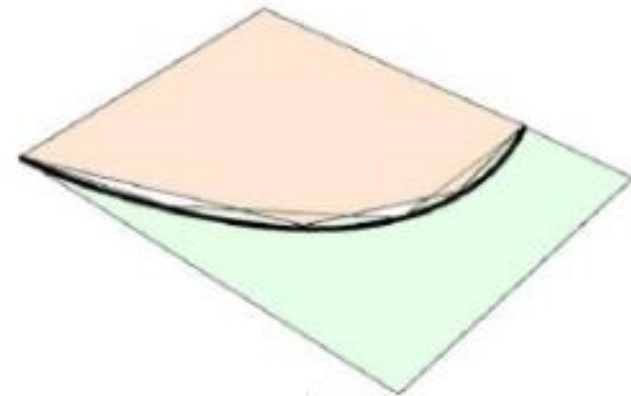
- Số cạnh phải là bội số của

- $2 * \text{Số cạnh} = 3 * \text{Số mặt}$

- $\text{Số mặt} - \text{Số cạnh} + \text{Số đỉnh} = 2 * \text{Số khối rắn riêng lẻ}$



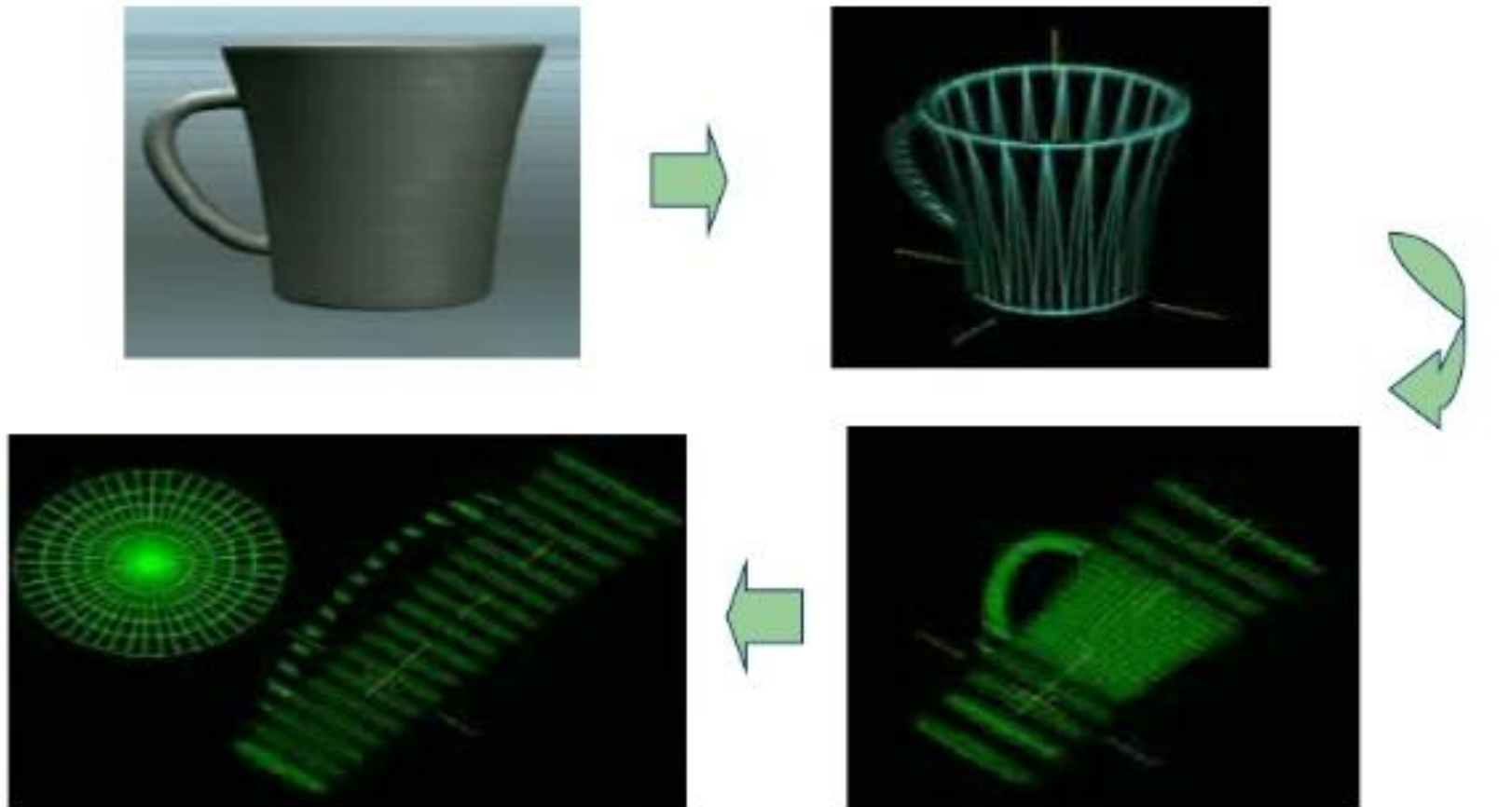
Hai mặt phẳng cắt nhau
trong không gian 3D



Hai tam giác nằm đè lên nhau
Tạo ra khoảng hở giữa
Các bề mặt

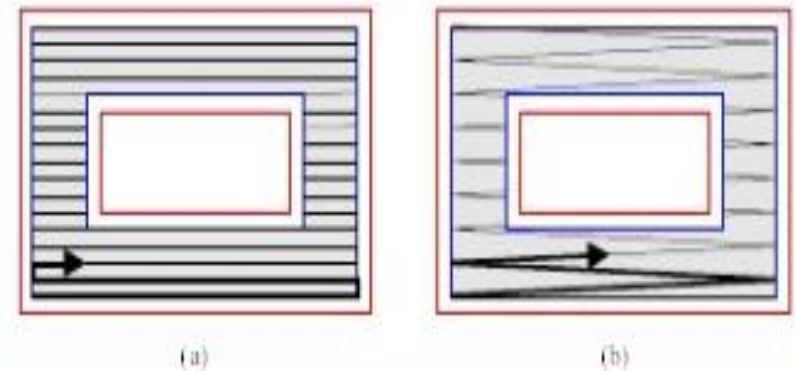
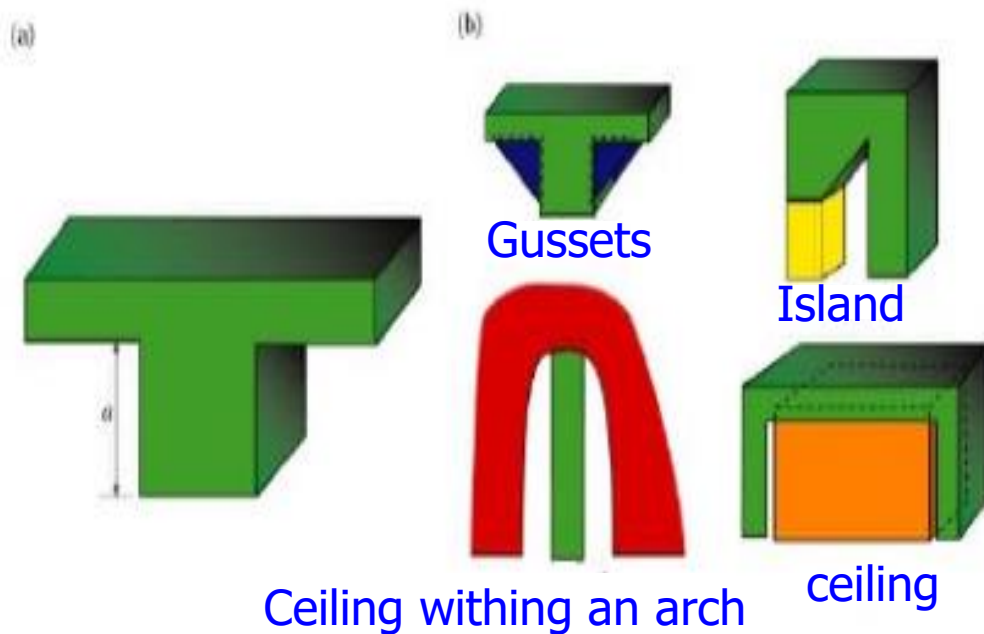
Cắt lớp vật thể

- Vật thể 3D định dạng .stl sẽ được cắt thành những lớp mỏng 2D thông qua một phần mềm cắt lớp chuyên dụng



Hoàn thiện mẫu và chuyển dữ liệu đến RP

- Thêm các phần đỡ trong trường hợp tạo mẫu kém cứng vững
- Hình thành đường chạy, xác định các chế độ tạo mẫu
- Chuyển dữ liệu tới máy RP dưới dạng code

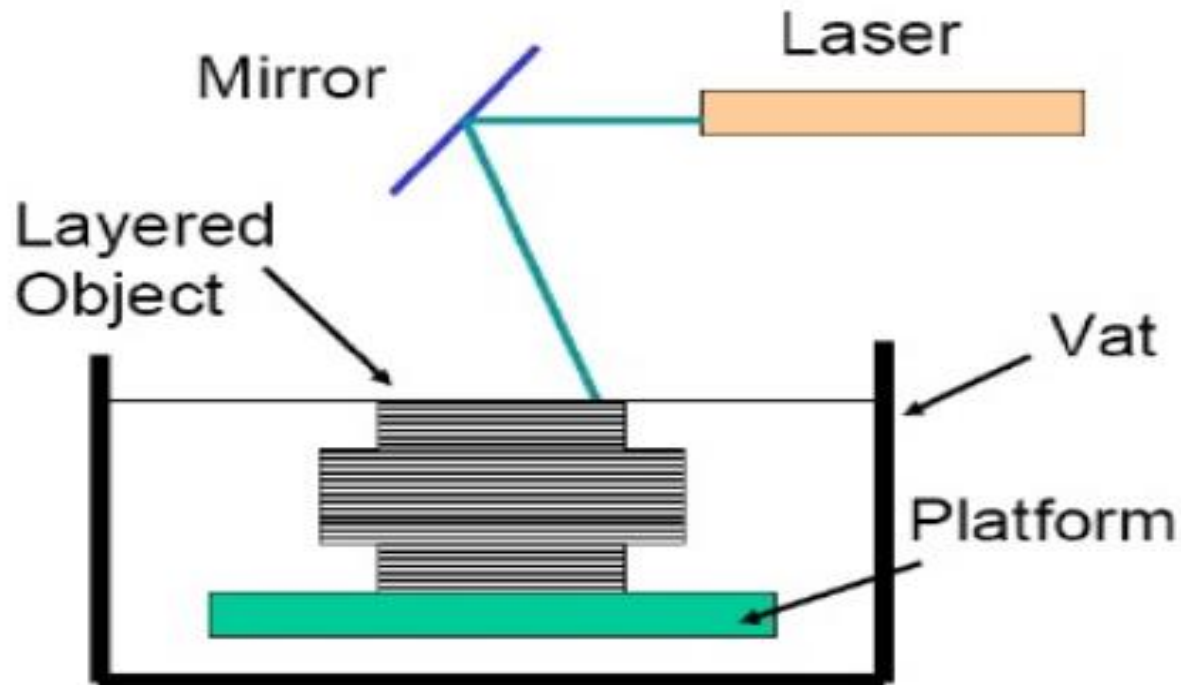


Types of hatching path;

(a)crank, (b)zigzag

Tạo mẫu theo lớp bằng RP

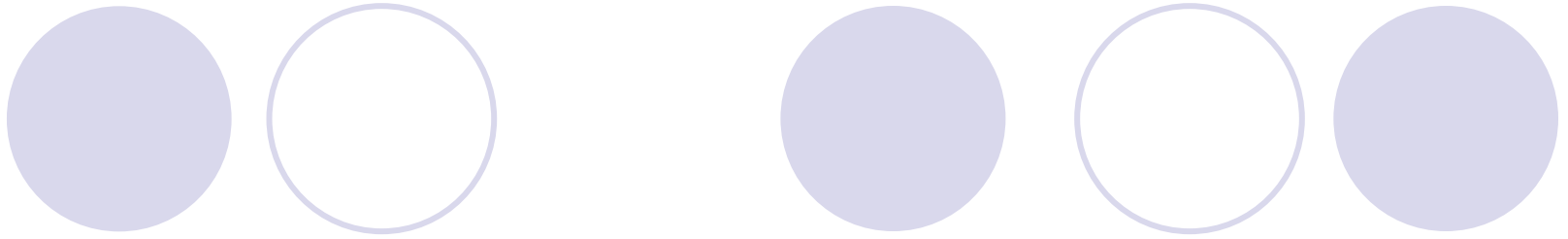
- Tạo mẫu theo nguyên tắc lớp sau chồng lên lớp trước
- Vật liệu có thể bằng nhựa, giấy, bột kim loại, ceramic...tùy từng phương pháp tạo mẫu nhanh



Làm sạch và xử lý mẫu

- Tháo mẫu ra khỏi máy
- Tách bỏ các bộ phận đỡ
- Rửa sạch các vật liệu ban đầu
- Xử lý lưu hoá với các mẫu làm bằng vật liệu cảm quang





- Sự phát triển của quá trình tạo mẫu nhanh được thể hiện qua các mặt cơ bản:
 - ★ *Dữ liệu vào.*
 - ★ *Phương pháp tạo mẫu nhanh.*
 - ❖ Xử lý quang hóa (Photo-curing)
 - ❖ Cắt và dán liên kết (Cutting and Gluing/Joining)
 - ❖ Nóng chảy và đông đặc (Melting and Solidifying/Fusing)
 - ★ *Vật liệu.*



Phân loại

- - Dựa trên cơ sở vật liệu dạng lỏng.
- - Dựa trên cơ sở vật liệu dạng khối.
- - Dựa trên cơ sở vật liệu dạng bột.

Dựa trên cơ sở vật liệu dạng lỏng.

Quá trình tạo mẫu là một quá trình lưu hóa, vật liệu chuyển đổi từ trạng thái lỏng sang trạng thái rắn. Sau đây là một số phương pháp tạo mẫu nhanh dựa trên cơ sở vật liệu dạng lỏng:

1. Thiết bị tạo mẫu lập thể SLA của 3D Systems
2. Thiết bị xử lý dạng khối SGC của Cubital
3. Thiết bị tạo mẫu dạng khối SCS của Sony
4. Thiết bị in sử dụng tia tử ngoại tạo vật thể dạng khối SOUP của Misuibish
5. Thiết bị tạo ảnh nổi của EOS
6. Thiết bị tạo ảnh khối của Teijin Seiki
7. Thiết bị tạo mẫu nhanh của Meiko cho ngành công nghiệp đồ trang sức.
8. Thiết bị tạo mẫu nhanh SLP của Denken.
9. Thiết bị tạo mẫu nhanh COLAMM của Mitsui.
10. Thiết bị tạo mẫu nhanh LMS của Fockele và Schwarze.
11. Thiết bị điêu khắc bằng ánh sáng
12. Thiết bị hai chùm tia laser



- *Hệ thống tạo mẫu nhanh công nghệ SLA của 3D System*

Dựa trên cơ sở vật liệu dạng khối

- các hệ thống tạo mẫu nhanh với vật liệu cơ bản dạng khối có liên quan đến tất cả các hình thức vật liệu dạng khối bao gồm các dạng: dây, cuộn, dát mỏng và dạng viên .
- Một số phương pháp tạo mẫu nhanh tượng trưng cho phương pháp này:
 1. Thiết bị tạo lớp mỏng LOM của Helisys
 2. Thiết bị phun nhiều lớp FDM của Stratasys
 3. Thiết bị dập nóng có sử dụng chất liên kết SAHP (của KiRa.
 4. Thiết bị tạo mẫu nhanh của Kinergy.
 5. Thiết bị tạo mẫu nhiều đầu phun MJM của 3D System
 6. Hệ thống tạo mẫu nhanh RPS của IBM.
 7. Thiết bị tạo mẫu MM-6B của công ty Sanders Prototype
 8. Thiết bị tạo mẫu nhanh Hot Plot của Sparx AB's
 9. Thiết bị tạo mẫu nhanh Laser CAMM của Scale Model Unlimited



- Máy tạo mẫu LOM

Dựa trên cơ sở dạng bột

1. Thiết bị thiêu kết bằng laser SLS của DTM
2. Thiết bị đúc khuôn vỏ mỏng trực tiếp DSPPC của Soligen
3. Thiết bị định hình nhiều giai đoạn hoá cứng MJS của Fraunhofer
4. Hệ thống các thiết bị EOSINT của EOS.
5. Thiết bị in phun (Ink-Jet) hay còn gọi là BPM của BPM Technology
6. Thiết bị in ba chiều 3DP của MIT



Hệ thống tạo mẫu công nghệ SLS
của 3D system

Ứng dụng của RP

● Design review and functional testing

- ☆ Cho phép chế tạo nhanh và với hiệu quả kinh tế cao các mẫu giúp cho nhiều quá trình kiểm định sản phẩm như là tối ưu hoá thiết kế, kiểm tra chức năng sản phẩm trong quá trình phát triển sản phẩm

● Scientific or topological visualization

- ☆ Cho phép hình dung dễ dàng những mô hình có kết cấu và hình dạng phức tạp trong toán, nghệ thuật, kiến trúc mà không thể gia công bằng phương pháp cắt gọt thông thường

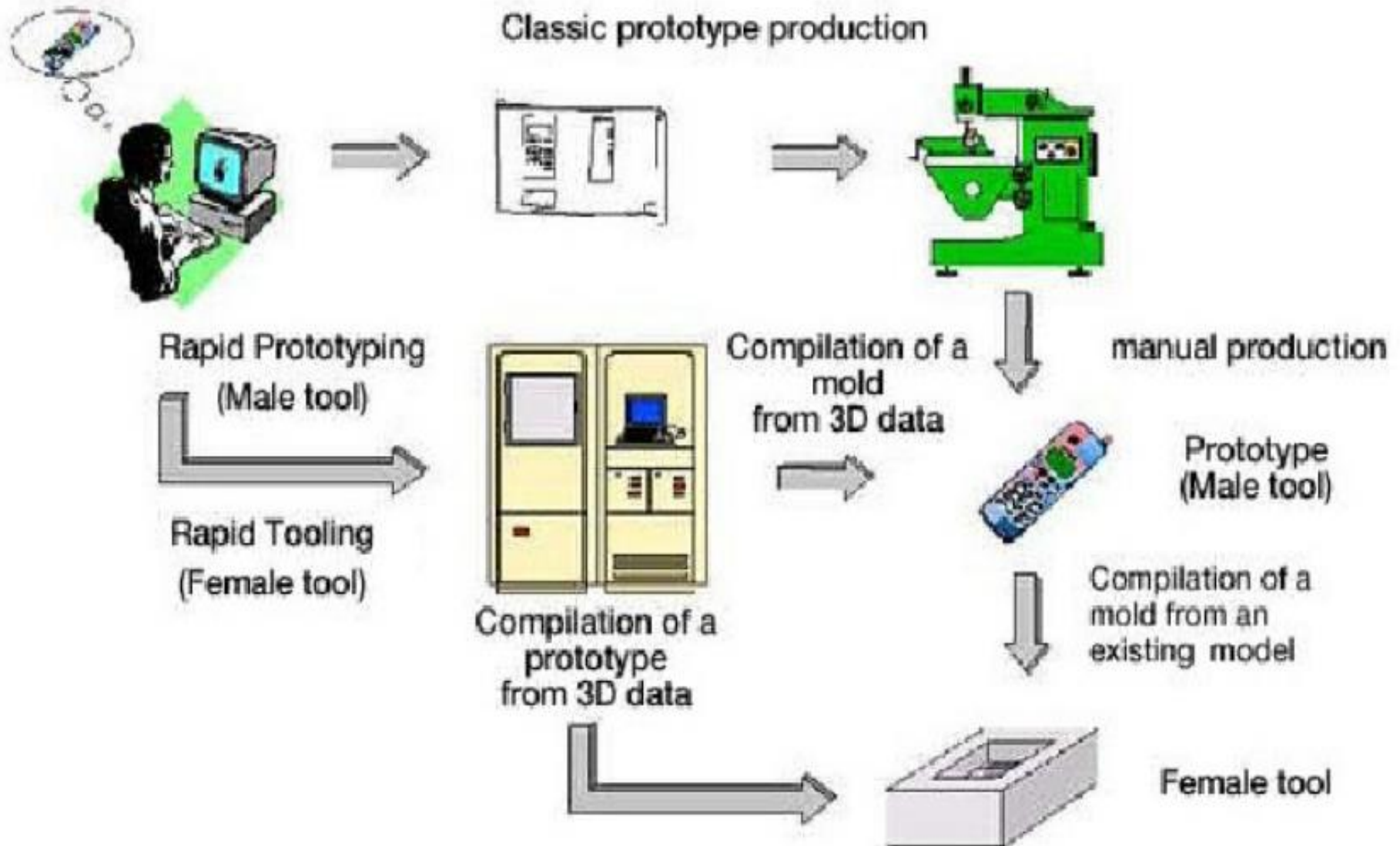
● Rapid tooling

- ☆ Tạo vật mẫu trung gian trong công nghệ làm khuôn (indirect tooling)
- ☆ Tạo trực tiếp dụng cụ cắt (direct tooling)

● Rapid manufacturing

- ☆ Chế tạo, sản xuất nhanh các chi tiết phức tạp với số lượng nhỏ ứng dụng trong y học hay các ngành chế tạo khác

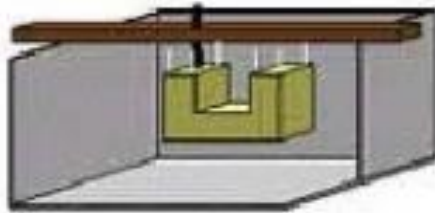
Ứng dụng của RP - Rapid tooling



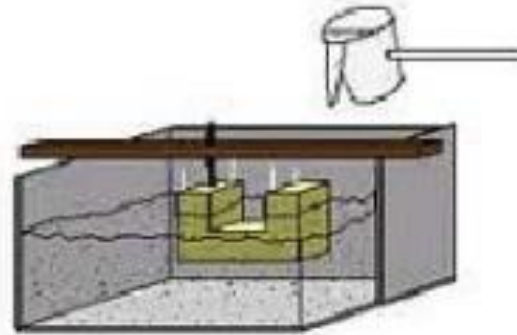
Ứng dụng của RP - Indirectly Rapid tooling

Vacuum casting with silicone molds

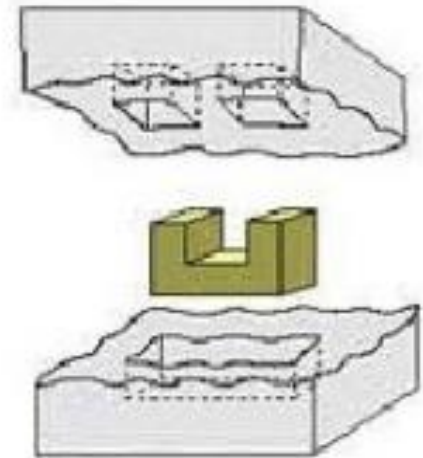
Compilation of a mold:



1. Molding box with model, gate and vents



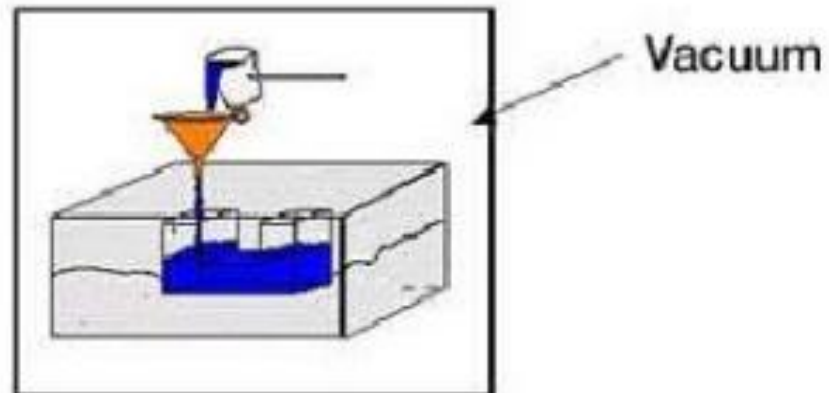
2. Mold casting with silicone



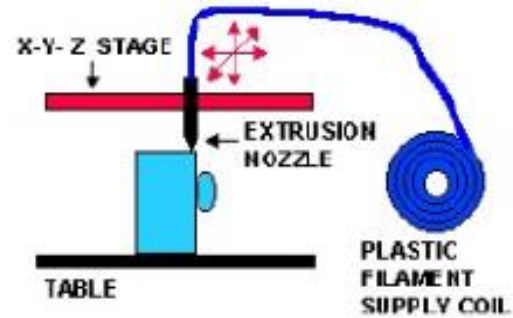
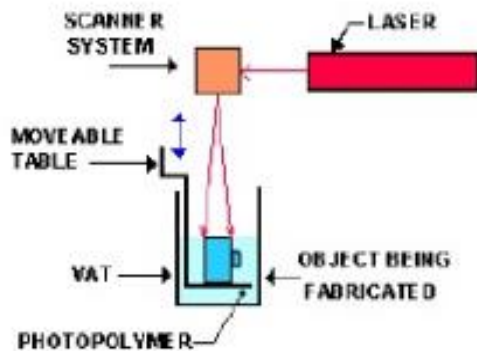
3. Mold separation, model removal

Compilation of prototypes close to serial products:

- Vacuum casting
- Material: PUR-resin
- 1-100 pieces



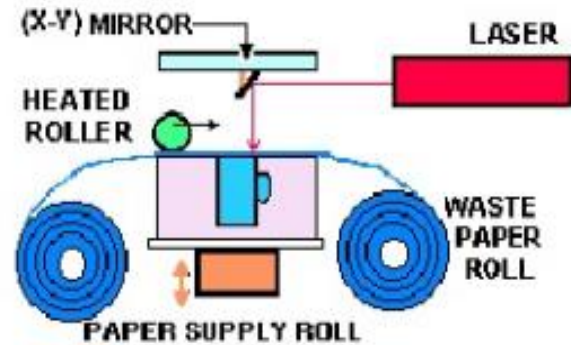
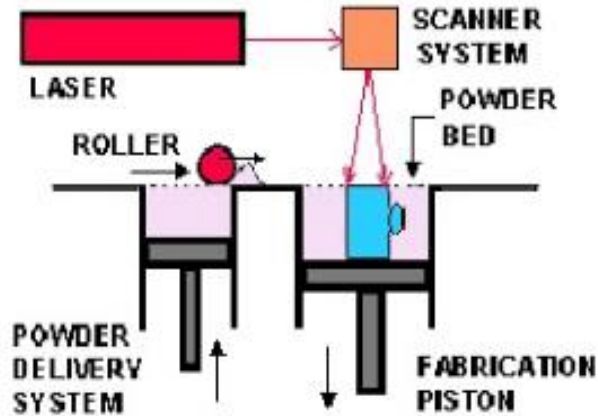
Các ví dụ về mẫu gia công bằng RP



SLA (Stereolithography)

FDM (Fused Deposit Manufacturing)

Các ví dụ về mẫu gia công bằng RP



mixer



manifold



Planetary gear system



Working ball-in-socket joint



Hurricane



Human vertebrae

SLS (Selective Laser Sintering)

LOM (Laminated Object Manufacturing)



Skins

acrylic
9 inches



Ball and Chain

nylon, SLS
6 inches



Dragonflies

wood
7.5 inches



Compass Points

aluminum
52 inches



Paradise

stainless steel
9 inches



Deep Sea Tango

acrylic plastic
13 cm



*Five-Legged-Bee
Hive*

3D printing
3"



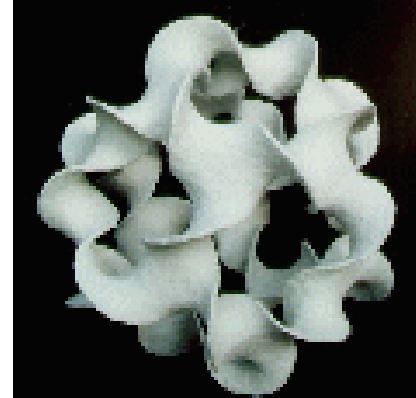
Yin and Yang

walnut and
basswood
7" diameter



*The Plastic Tableware
of Damocles*

180 plastic knives
26 inches



*Battered
Moonlight*

paper mache over
steel
21 inches



Gazmogenesis

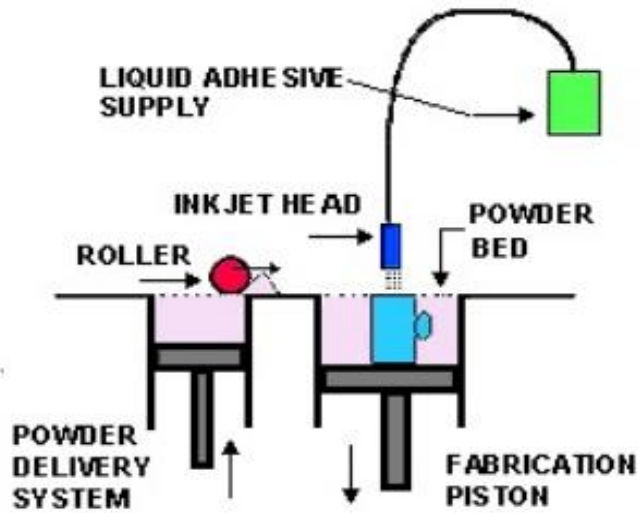
copper
12 inches



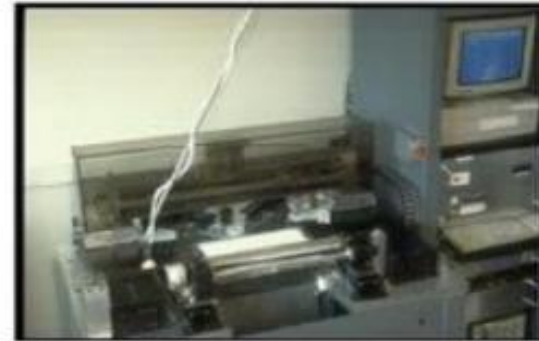
Echinodermania III

nylon, SLS, dyed
4 inches

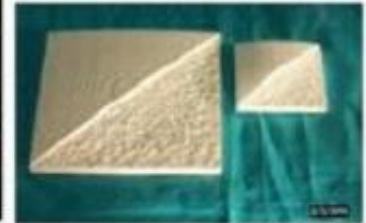
Các ví dụ về mẫu gia công bằng RP



3D Printing



MIT alpha machine



Alumina tiles with 3D relief



Specific surface filters

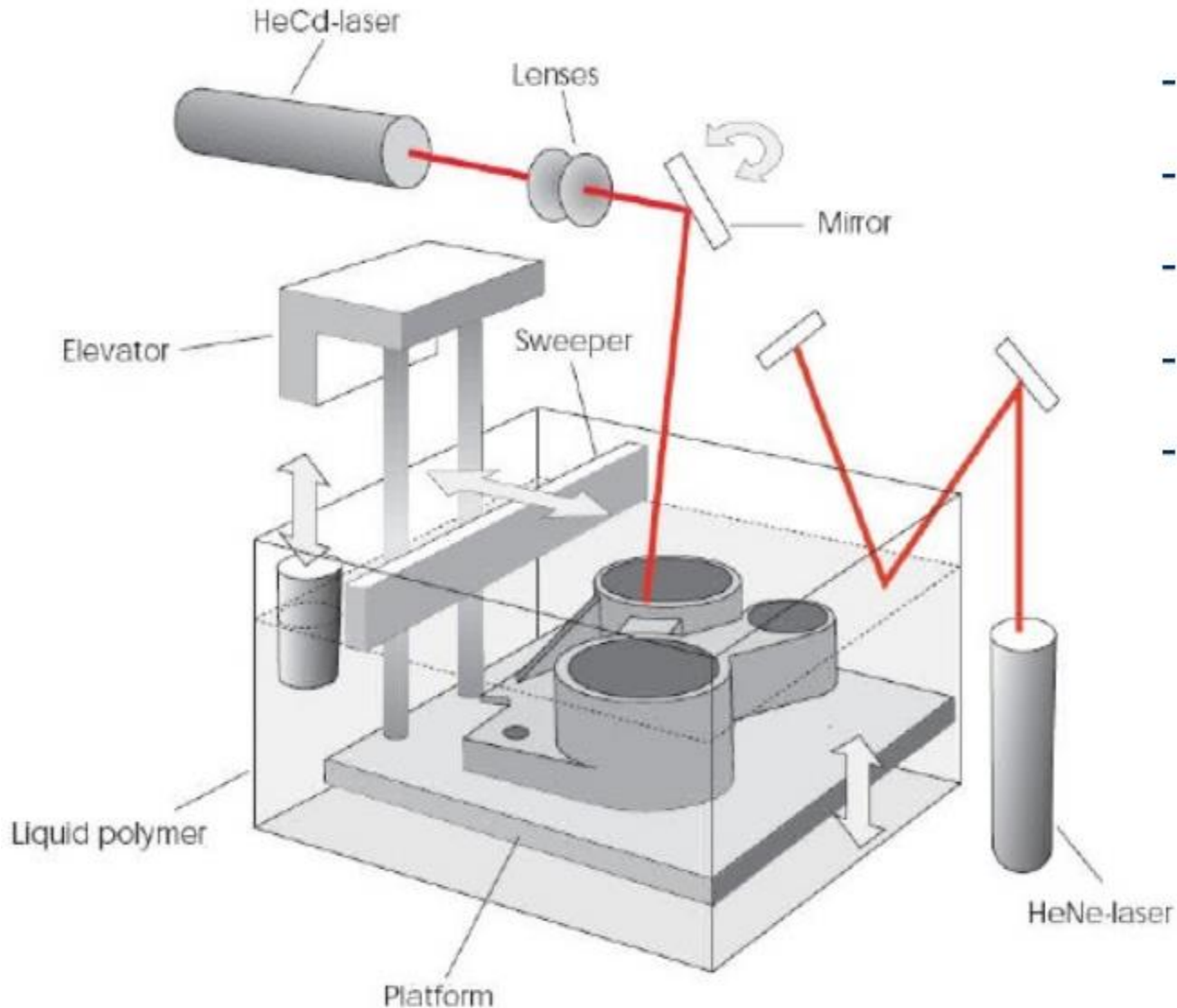


Silicon nitride component



Finished metal tools by 3DP

NGUYÊN LÝ CỦA SLA - STEREO LITHOGRAPHY



- Nguồn phát tia laser
- Hệ thống quang học
- Cơ cấu nâng
- Bình đựng
- Nhựa quang hoá (lỏng)

Đặc điểm

● Ưu điểm

- ☆ Quá trình tạo mẫu được tự động hoàn toàn. Một khi đã khởi động quá trình thì không cần phải can thiệp cho đến khi chi tiết được hoàn thành
- ☆ Độ chính xác của chi tiết khá cao, có thể đạt được $\pm 0.1\text{mm}$
- ☆ Bề mặt hình thành có độ bóng cao

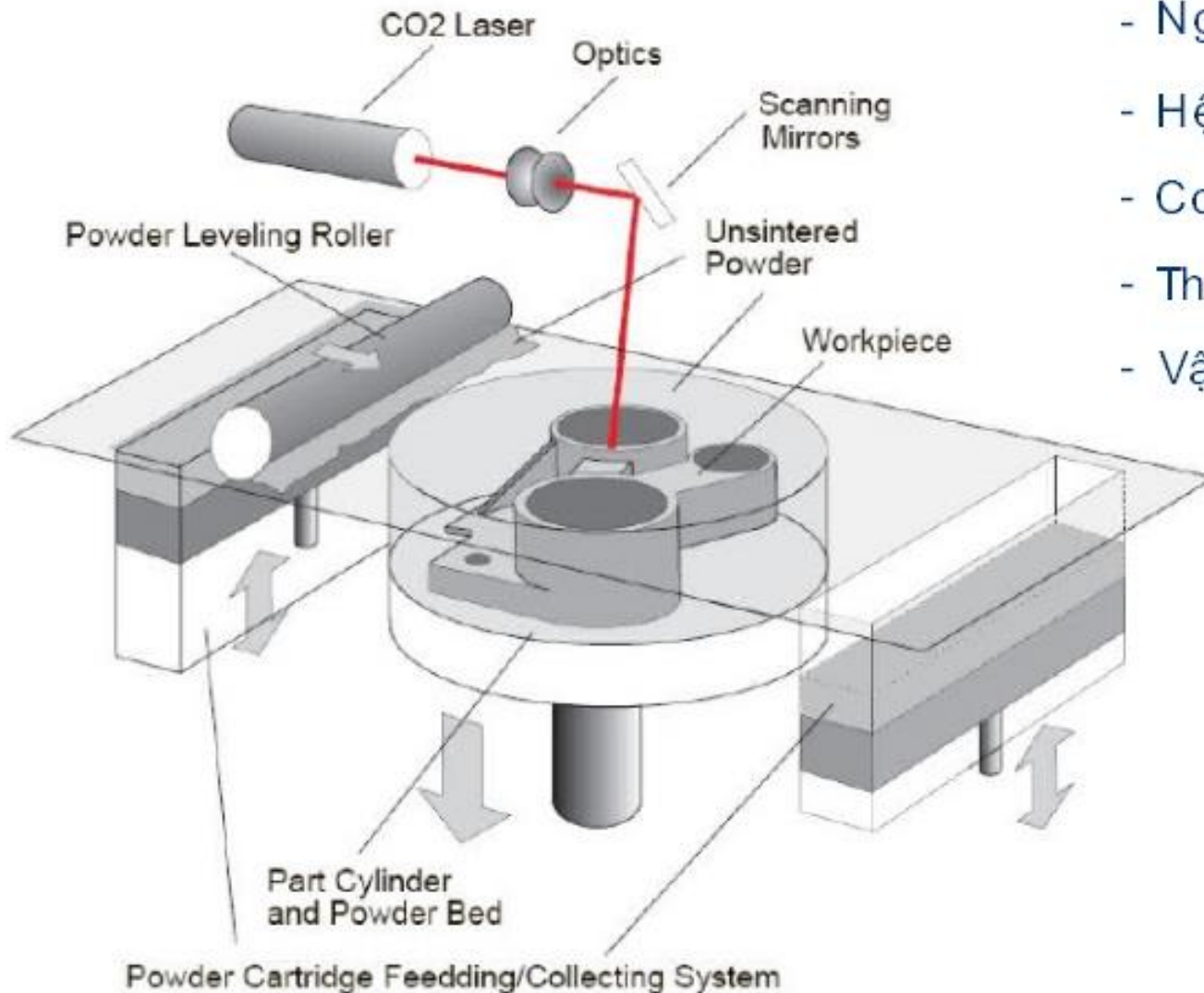
● Nhược điểm

- ☆ Bị cong vênh ở những vị trí thành mỏng
- ☆ Hạn chế về vật liệu
- ☆ Cần quá trình sau gia công
- ☆ Chi phí sử dụng và bảo trì cao nhất là dầu và nguồn laser

● Phạm vi ứng dụng

- ☆ Tạo các mô hình
- ☆ Dùng kiểm tra cho quá trình lắp ráp
- ☆ Dùng cho công nghệ làm khuôn kim loại

Nguyên lý của SLS – Selective Layer Sintering



- Nguồn phát CO₂ laser
- Hệ thống quang học
- Cơ cấu nâng
- Thanh cán
- Vật liệu dạng bột



Đặc điểm

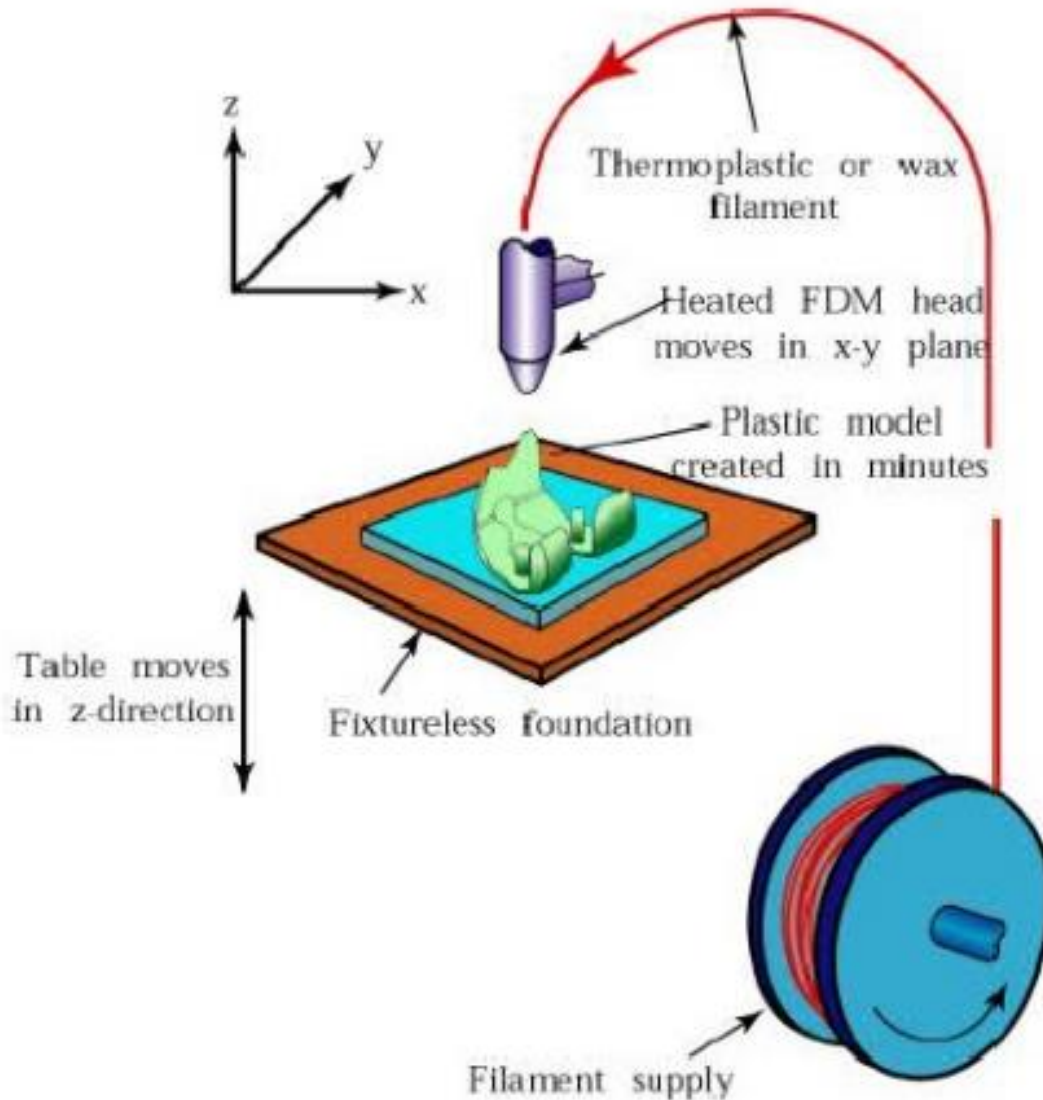
● Ưu điểm

- ★ Có thể tạo được các chi tiết cứng hơn so với các mẫu tạo bằng các phương pháp tạo mẫu nhanh khác
- ★ Không cần có bộ phận hỗ trợ
- ★ Nhiều loại vật liệu có thể được sử dụng (hầu hết các loại nhựa, sáp, kim loại, ceramic...)
- ★ Thời gian tạo mẫu ngắn,
- ★ Không yêu cầu lưu hoá sau khi tạo mẫu

● Phạm vi ứng dụng

- ★ Làm cực cho EDM hoặc các mẫu cho đúc khuôn
- ★ Trực tiếp tạo các khuôn kim loại
- ★ Làm các mô hình hoặc các chi tiết phục vụ cho khâu kiểm tra chức năng

NGUYÊN LÝ CỦA FDM - FUSED DEPOSITION MANUFACTURING



- Cuộn dây cấp liệu
- Đầu đùn
- Bánh lăn dẫn động
- Cơ cấu dịch chuyển
- Nhựa nhiệt dẻo



- Ưu điểm

- Có thể vận hành trong môi trường văn phòng, an toàn về môi trường
- Quá trình sạch, đơn giản, dễ vận hành và không sinh ra chất thải
- Có thể tạo nhanh các chi tiết dạng chai, dạng lỗ rỗng
- Chi phí vừa phải
- Vật liệu thông dụng

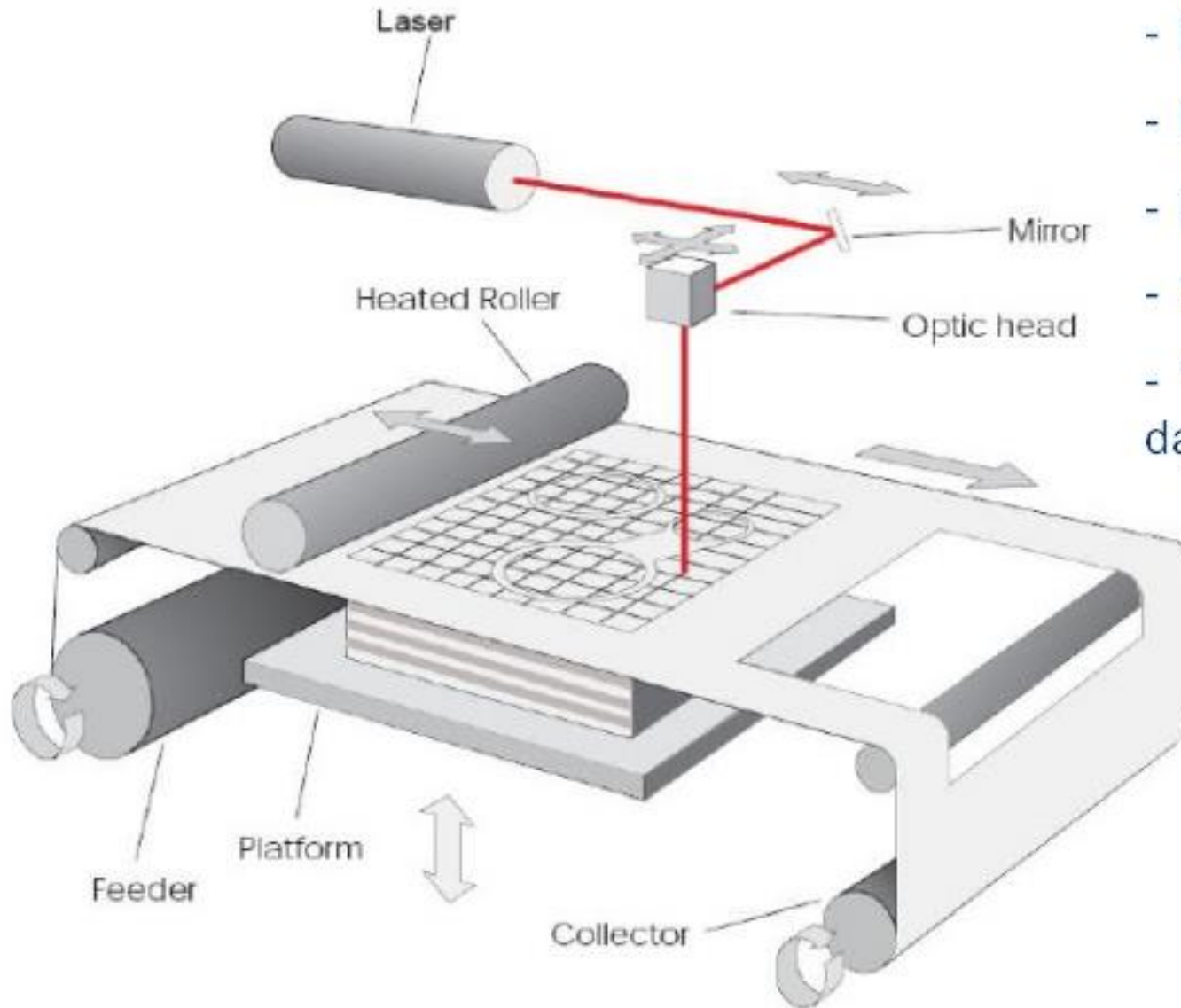
- Nhược điểm

- Độ chính xác không được cao
- Khó tạo hình những chi tiết phức tạp
- Độ bền theo phương thẳng đứng thấp
- Chế tạo những chi tiết lớn chậm

- Phạm vi ứng dụng

- Tạo các mô hình
- Sử dụng được nhiều dạng vật liệu sinh học

NGUYÊN LÝ CỦA LOM - LAMINATED OBJECT MANUFACTURING



- Nguồn phát tia laser
- Hệ thống quang học
- Cơ cấu nâng
- Thanh cán
- Thanh cuộn vật liệu dạng giấy hay kim loại

Đặc điểm

● Ưu điểm

- ☆ Tạo mẫu rất nhanh
- ☆ Sau khi hoàn thành có thể đem ra sử dụng ngay
- ☆ Không cần phần hỗ trợ
- ☆ Dễ sử dụng, không gây ảnh hưởng đến môi trường

● Nhược điểm

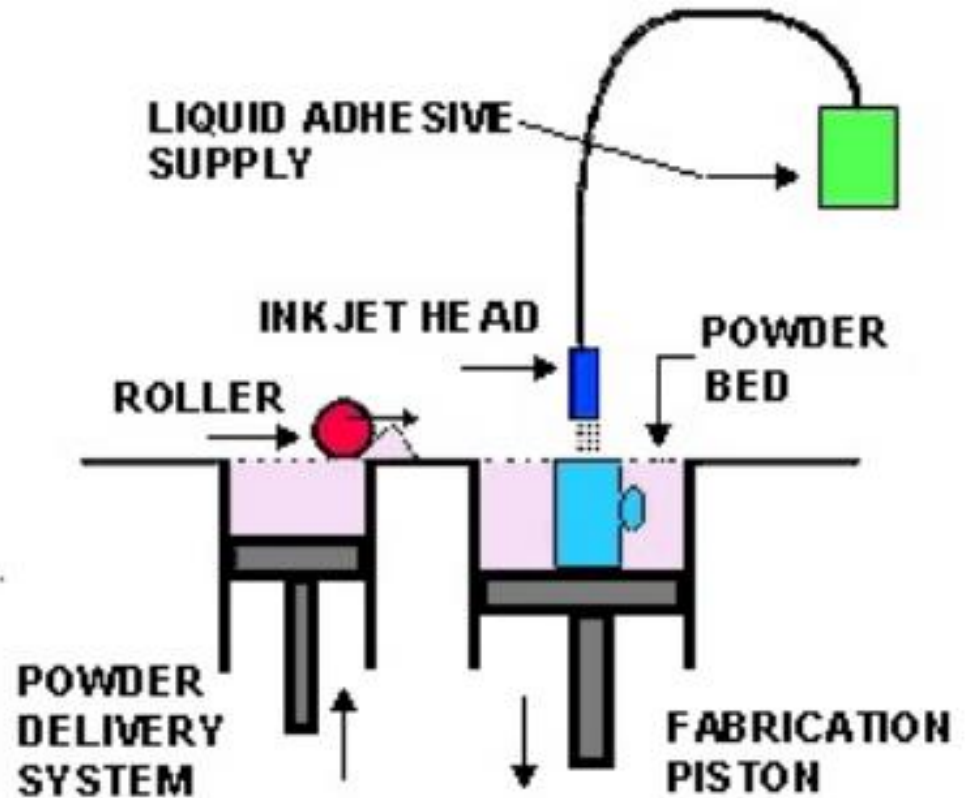
- ☆ Bị giới hạn về độ phức tạp tạo hình
- ☆ Khó lấy những phần thừa bên trong ra
- ☆ Nhiệt độ trong buồng làm việc nếu tăng cao sẽ rất nguy hiểm

● Phạm vi ứng dụng

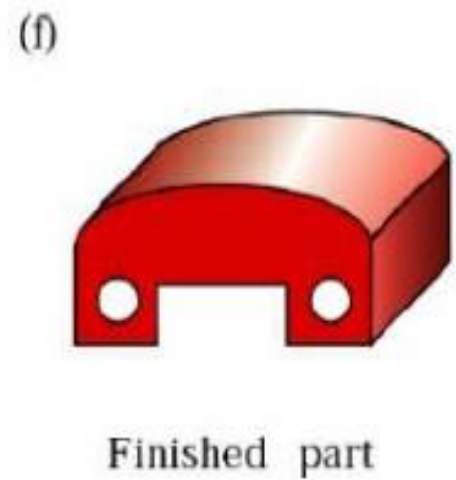
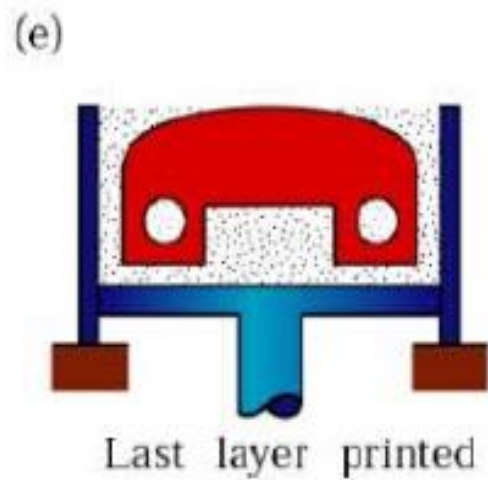
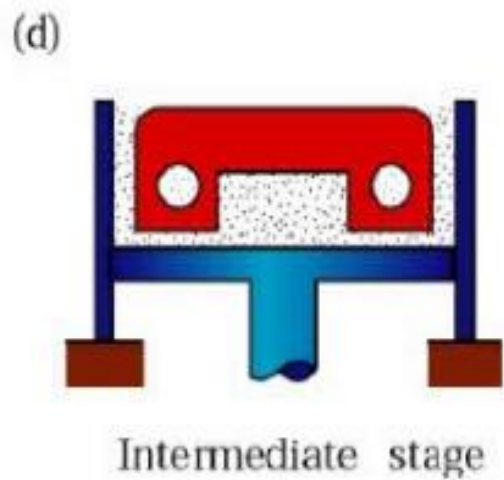
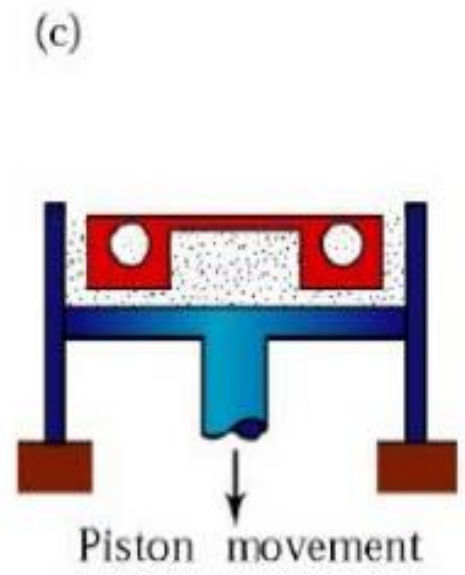
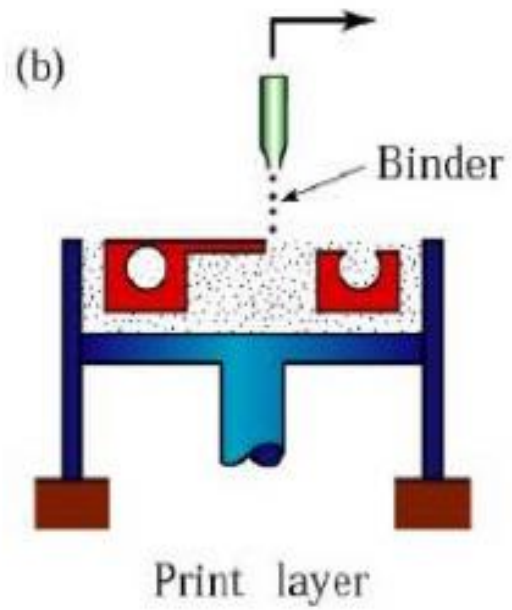
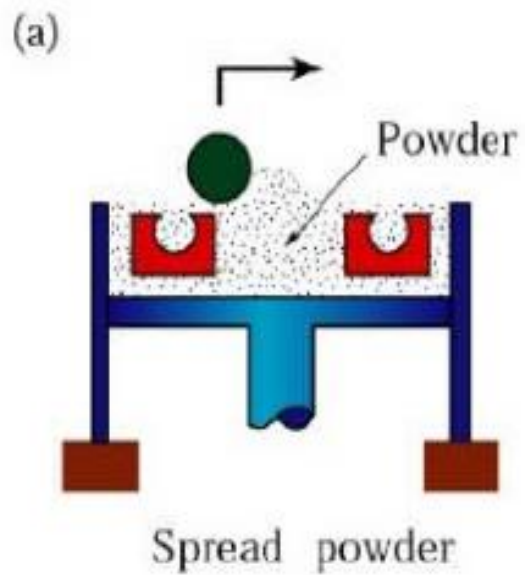
- ☆ Tạo các mô hình
- ☆ Thích hợp cho việc tạo mẫu trong khuôn cát (wooden-like characteristics)

NGUYÊN LÝ CỦA 3D PRINTING

- Nguồn cấp chất kết dính
- Cơ cấu nâng
- Thanh cán
- Vật liệu dạng bột

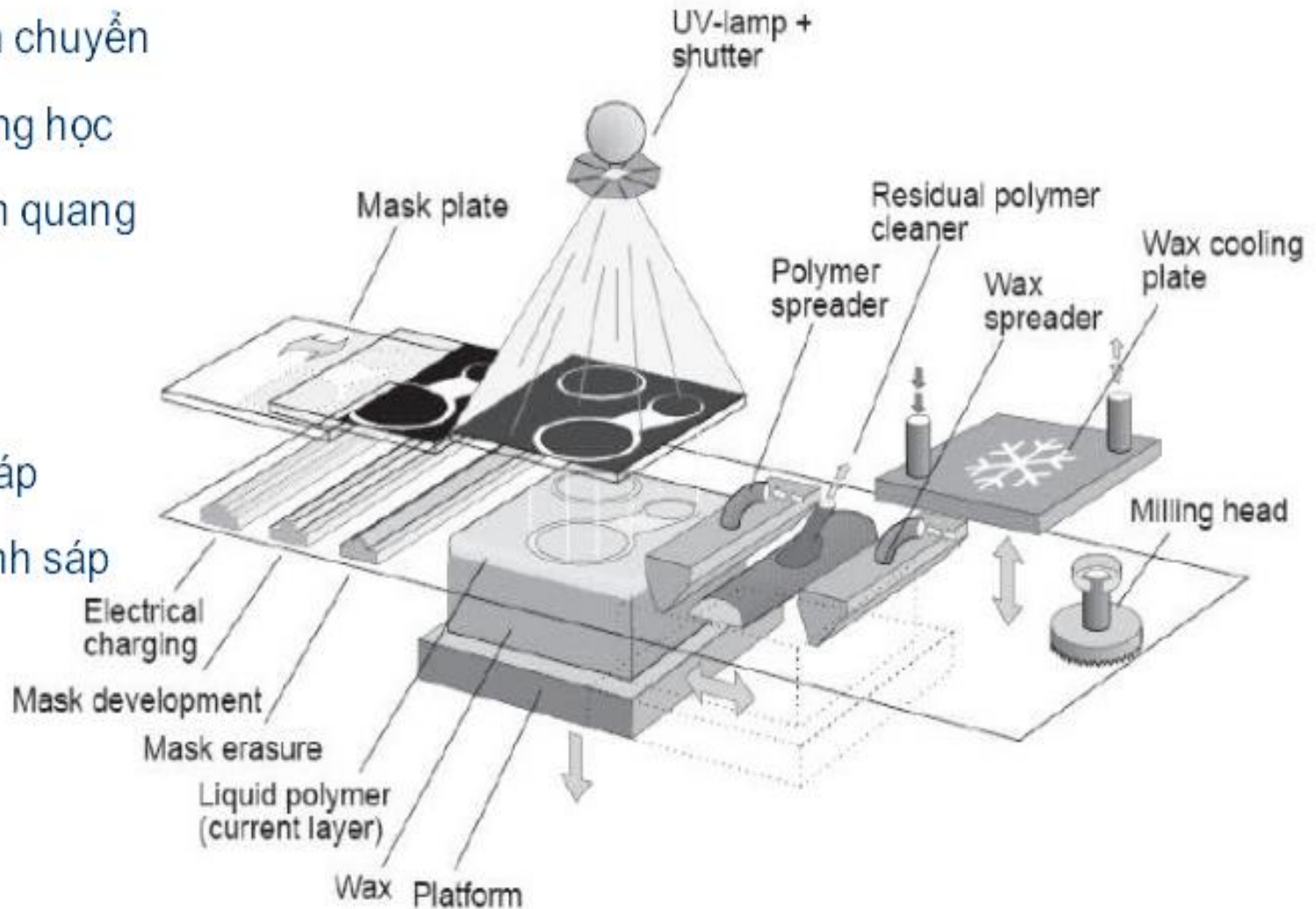


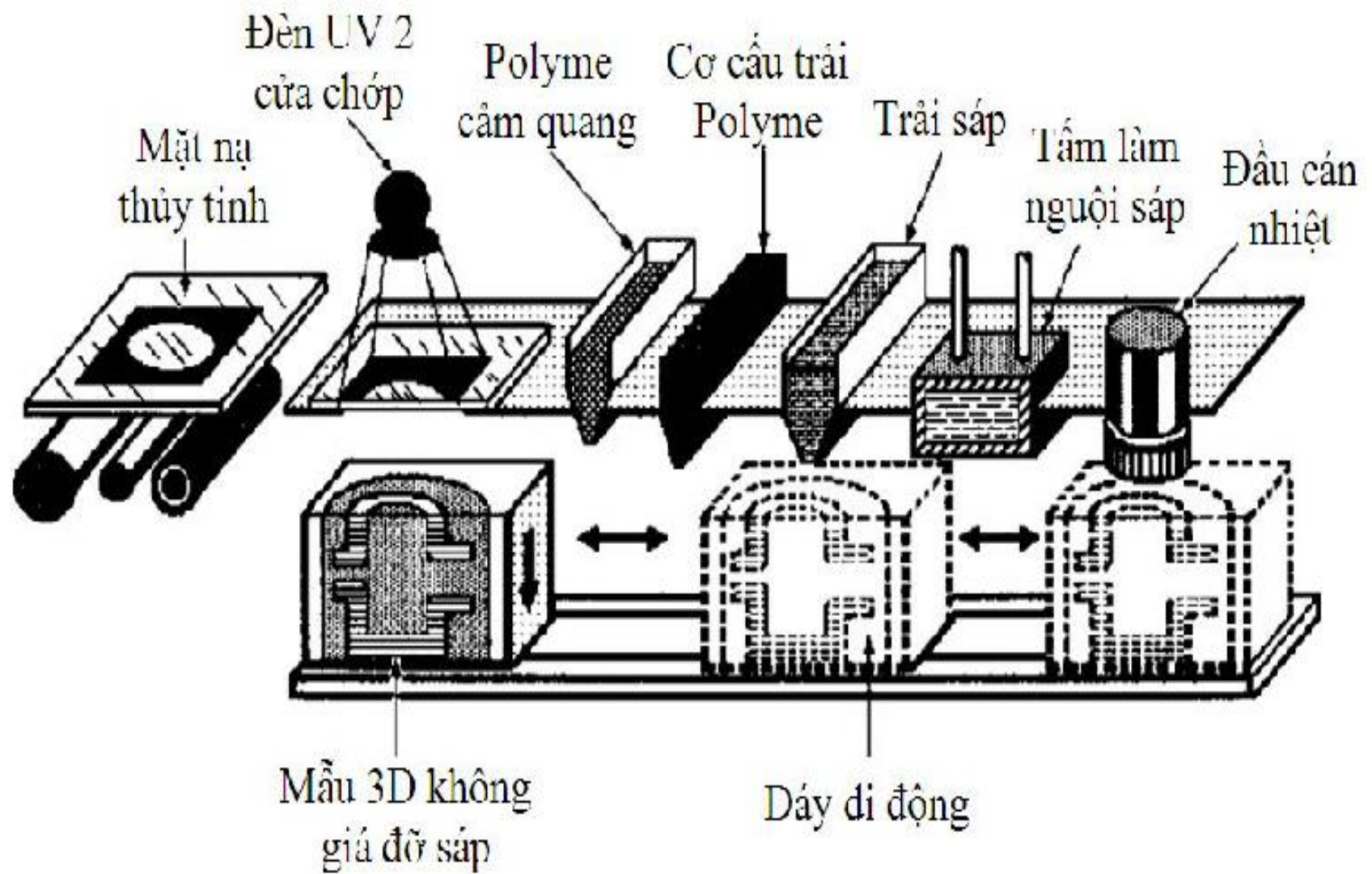
3D Printing

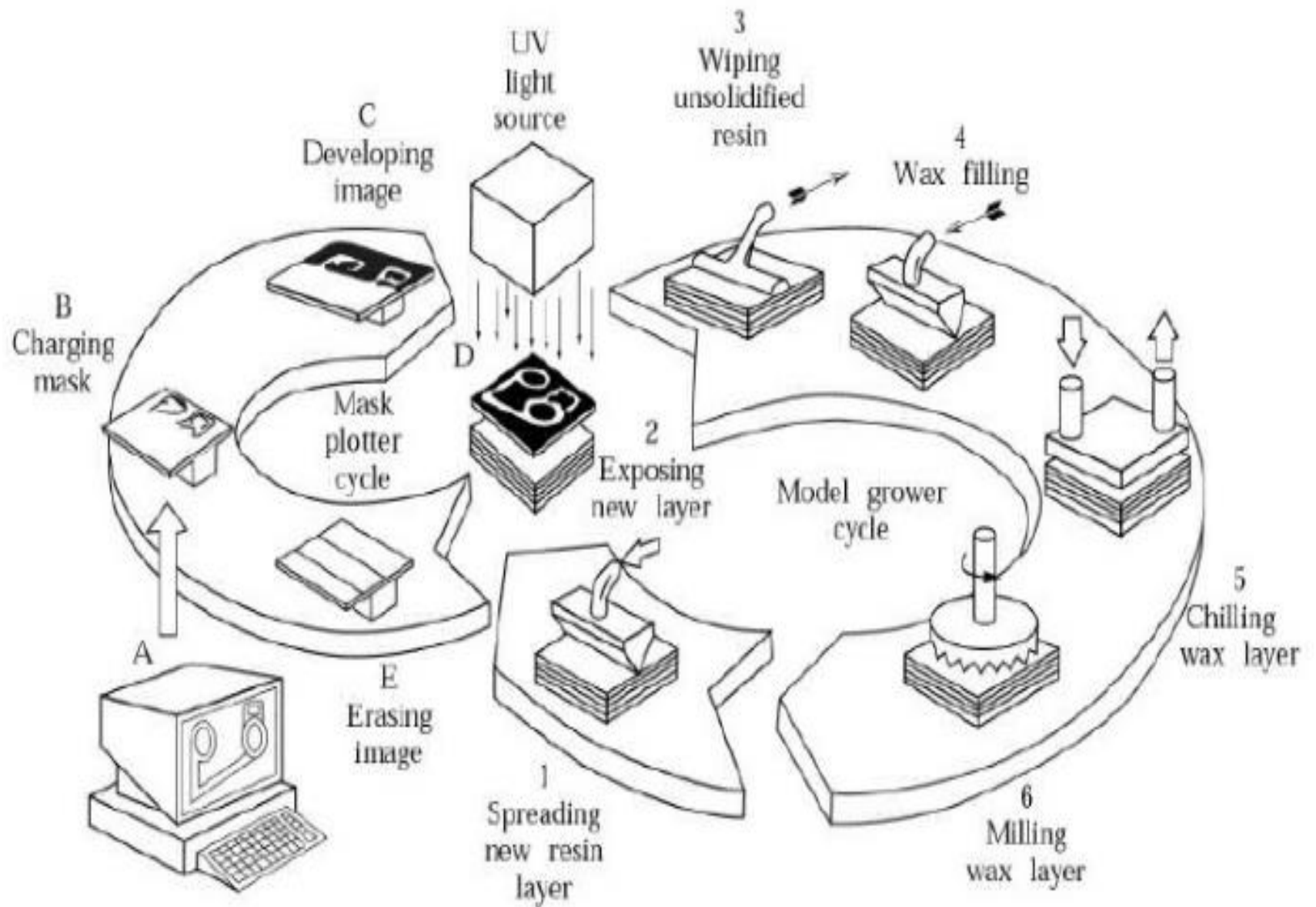


NGUYÊN LÝ CỦA SGC - SOLID GROUND CURING

- Nguồn cấp tia UV
- Cơ cấu dịch chuyển
- Mặt nạ quang học
- Vật liệu cảm quang
- Đầu phay
- Thanh cán
- Đầu phun sáp
- Tấm làm lạnh sáp









Đặc điểm

● Ưu điểm

- ★ Có thể tạo ra những chi tiết có độ phức tạp cao
- ★ Không cần bộ phận hỗ trợ
- ★ Quá trình có thể can thiệp để sửa những lớp bị hỏng

● Nhược điểm

- ★ Quá trình phức tạp đòi hỏi người có chuyên môn theo dõi
- ★ Giá thành khá cao (trên \$500.000)