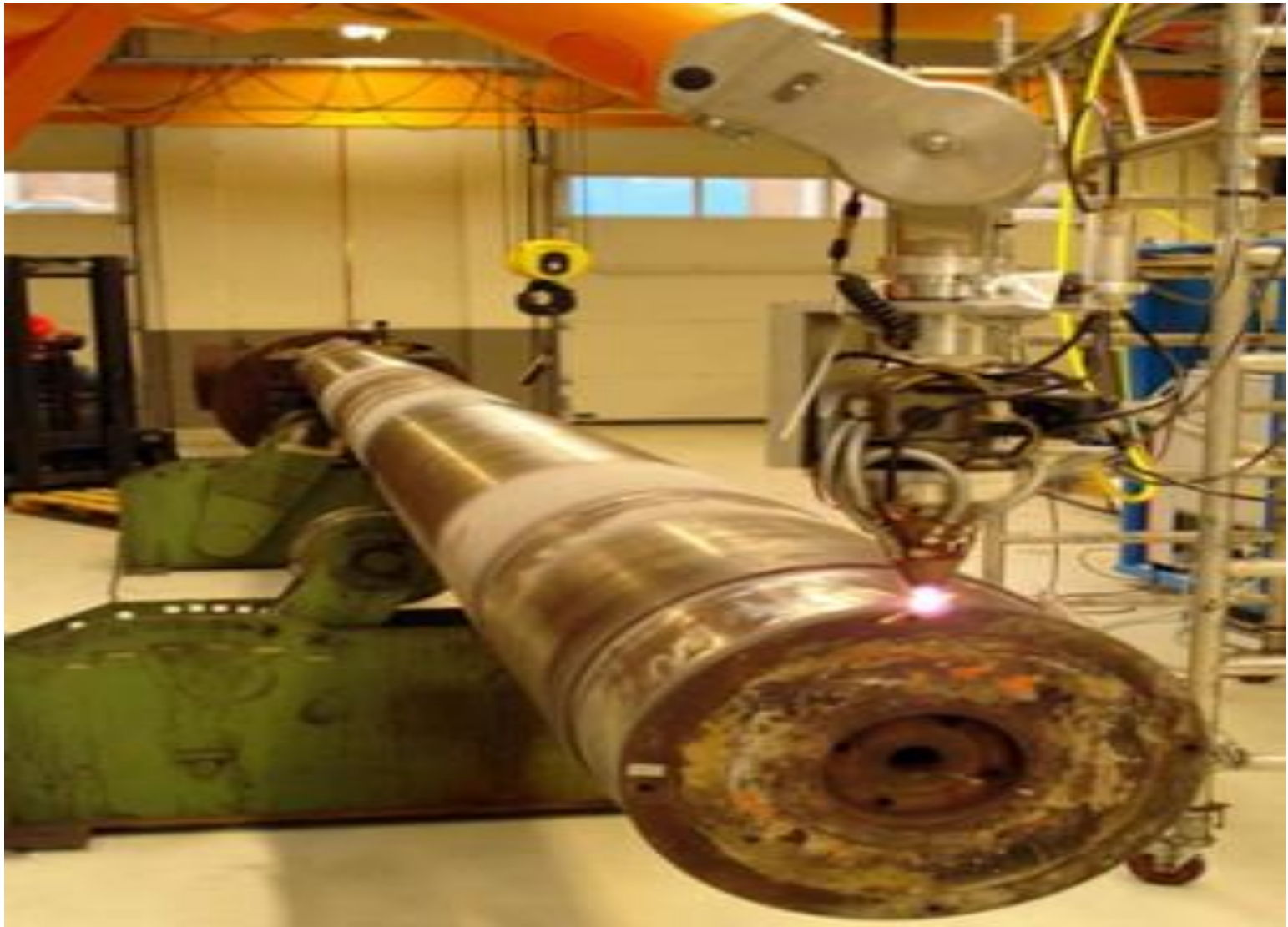


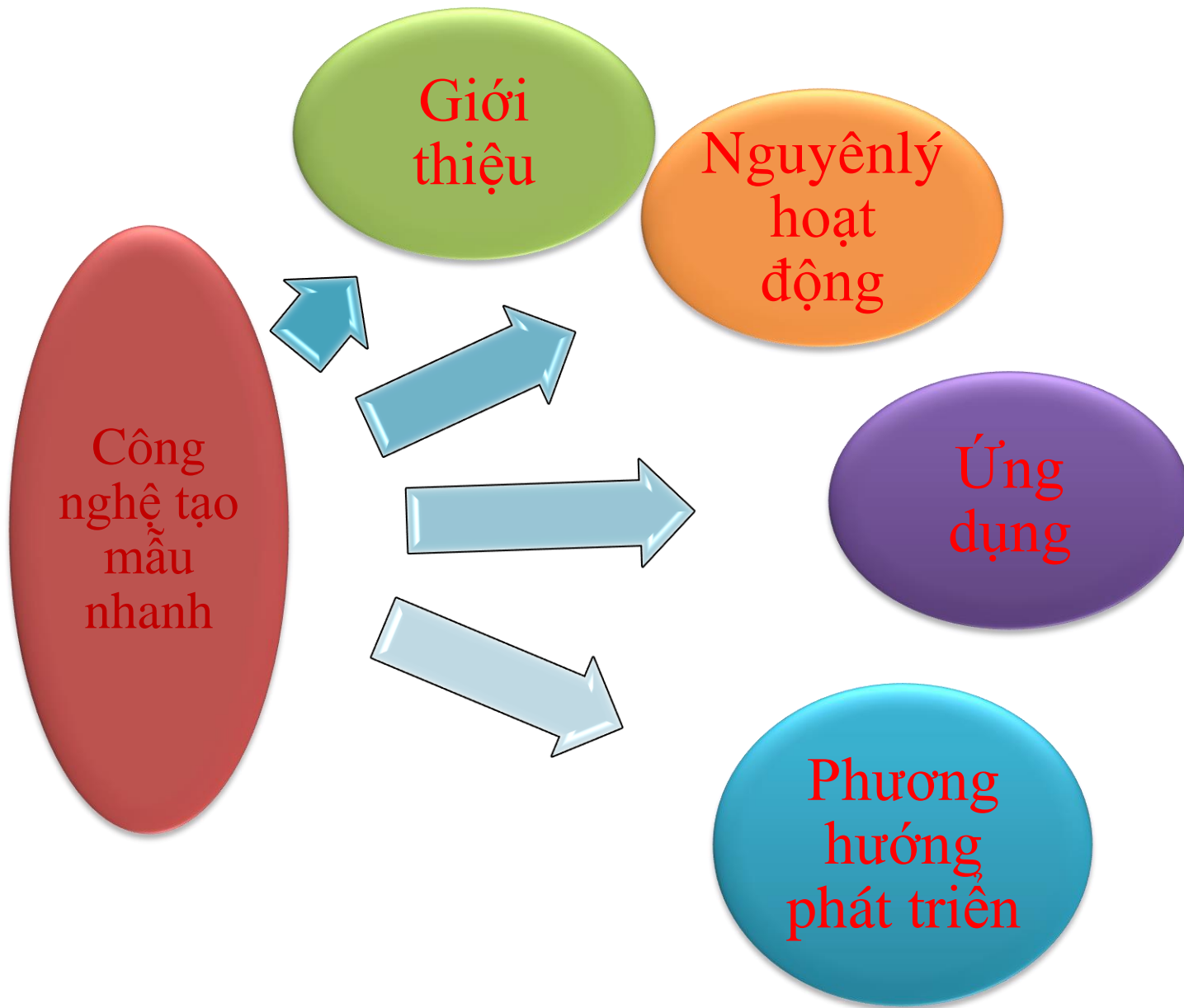


# **CÔNG NGHỆ GIA CÔNG PHI TRUYỀN THỐNG & TẠO MẪU NHANH**

Số TC: 2

GV: ThS. Võ Thanh Được





Giới  
thiệu

Nguyên lý  
hoạt  
động

Ứng  
dụng

Phương  
hướng  
phát triển

Công  
nghệ tạo  
mẫu  
nhanh

# I. Giới thiệu

- Tạo mẫu nhanh (Rapid Prototyping - RP) là công nghệ thiết kế mẫu tự động nhờ quá trình CAD (thiết kế với sự giúp đỡ của máy tính).
- Với những “máy in ba chiều”, cho phép người thiết kế nhanh chóng tạo ra những mẫu hữu hình, truyền ý tưởng thiết kế của họ đến công nhân hoặc khách hàng, ngoài ra tạo mẫu nhanh còn được sử dụng để thiết thử những sản phẩm mới.

# 1. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN

Việc chế tạo máy tính được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như: thiết kế (CAD – Computer Aided Design), chế tạo (CAM – Computer Aided Manufacturing), gia công điều khiển số nhờ máy tính (CNC – Computer Numerical Control). Và hệ thống tạo mẫu nhanh ra đời với sự tạo mẫu trên môi trường CAD.

**Bảng 1.1** Lịch sử phát triển của tạo mẫu nhanh và các công nghệ liên quan..

<u>1770</u>	<u>Cơ giới hóa</u>
<u>1946</u>	<u>Máy tính đầu tiên</u>
<u>1952</u>	<u>Máy gia công điều khiển kỹ thuật số tự động</u>
<u>1960</u>	<u>Đầu tiên thương mại hóa thiết bị laser</u>
<u>1961</u>	<u>Đầu tiên thương mại hóa robot</u>
<u>1963</u>	<u>Hệ thống sơ đồ tác động tự động</u>
<u>1988</u>	<u>Hệ thống tạo mẫu nhanh tự động</u>

## 2. Các thời kỳ phát triển của tạo mẫu nhanh.

### a. Thời kỳ đầu: tạo mẫu bằng tay.

-Ra đời cách đây vài thế kỷ, các mẫu điển hình không có độ phức tạp cao và chế tạo một mẫu trung bình mất khoảng 4 tuần. Phương pháp tạo mẫu phụ thuộc vào tay nghề và thực hiện công việc một cách cực kỳ nặng nhọc.

### b. Thời kỳ thứ hai: phần mềm tạo mẫu hay tạo mẫu ảo

-Thời kỳ thứ hai của tạo mẫu phát triển rất sớm, khoảng đầu thập niên 70. Thời kỳ này đã có phần mềm tạo mẫu hay tạo mẫu ảo. Việc ứng dụng CAD/CAE/CAM đã trở nên rất phổ biến

### c. Thời kỳ thứ ba: quá trình tạo mẫu nhanh.

-Trong thời kỳ này mức độ phức tạp của chi tiết cũng tăng lên, gấp ba lần mức độ phức tạp vào những năm của thập niên 70. Nhưng nhờ vào công nghệ tạo mẫu nhanh nên thời gian trung bình để tạo thành một chi tiết chỉ còn lại 3 tuần so với 16 tuần ở thời kỳ thứ hai.

- Năm 1988, hơn 20 công nghệ tạo mẫu nhanh đã được đưa vào sử dụng.

## II. PHÂN LOẠI TẠO MẪU NHANH.

**1. Dựa trên cơ sở chất lỏng.** Dựa trên cơ sở nền tảng chất lỏng bắt đầu với vật liệu ở trạng thái lỏng. Quá trình tạo mẫu là một quá trình lưu hóa, vật liệu chuyển đổi từ trạng thái lỏng sang trạng thái rắn

- một số phương pháp tạo mẫu nhanh dựa trên cơ sở chất lỏng:
  - ❖ Thiết bị tạo mẫu lập thể SLA.
  - ❖ Thiết bị xử lý dạng khối Cubital (SGC).
  - ❖ Thiết bị tạo mẫu dạng khối Sony (SCS).
  - ❖ Thiết bị Laser – tử ngoại tạo vật thể dạng khối Misuibishi (SOUP).
  - ❖ Thiết bị tạo ảnh nổi của EOS.
  - ❖ Thiết bị tạo ảnh khối của Teijin Seikils.
  - ❖ Thiết bị tạo mẫu nhanh của Meiko cho ngành công nghiệp đồ trang sức.
  - ❖ SLP của Denken.
  - ❖ COLAMM của Misui.
  - ❖ LMS của Fockele và Schwarze.
  - ❖ Thiết bị điêu khắc bằng ánh sáng.
  - ❖ Thiết bị hai chùm tia laser.

## 2. Dựa trên cơ sở dạng khối.

- Ngoại trừ các vật liệu dạng bột, các hệ thống tạo mẫu nhanh với vật liệu cơ bản dạng khối bao gồm các dạng: dây, cuộn, dát mỏng và dạng viên.
- một số phương pháp tạo mẫu nhanh dựa trên cơ sở dạng khối :
  - ❖ Thiết bị chế tạo vật thể từng lớp mỏng (LOM).
  - ❖ Thiết bị mẫu làm nóng chảy của Stratasy (FDM).
  - ❖ Thiết bị dập nóng và chọc chất kết dính của KiRa.
  - ❖ Thiết bị tạo mẫu nhanh của Kenergy.
  - ❖ Thiết bị tạo mẫu 3D của Multi-Jet.
  - ❖ Thiết bị tạo mẫu nhanh của IBM.
  - ❖ Thiết bị tạo mẫu cát của công ty Model Maker MM-6B.
  - ❖ Sparx AB's Hot Plot.
  - ❖ Tạo mẫu không gian giới hạn của Laser CAMM.



### 3. Dựa trên cơ sở dạng bột.

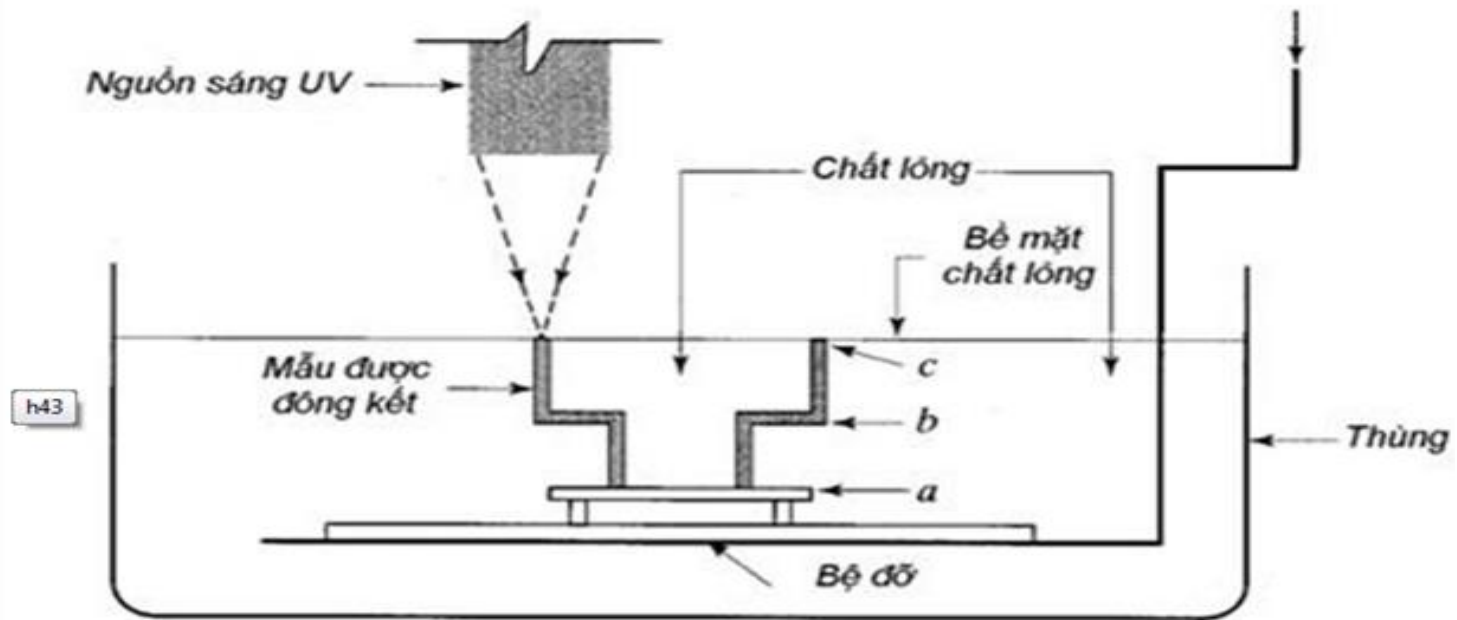
- Trong khả năng được giới hạn, dạng trạng thái bột vẫn còn được xem như dạng trạng thái khối. Tuy nhiên, nó được tạo ra trên ý định là một loại thiết bị không phụ thuộc vào hệ thống thiết bị tạo mẫu nhanh vật liệu trạng thái khối cơ sở.
- Một số phương pháp tạo mẫu nhanh trên cơ sở dạng bột.
  - ❖ Thiết bị in laser của DTM (SLS).
  - ❖ Thiết bị sản xuất khuôn đúc trực tiếp của Soligen (DSPC).
  - ❖ Thiết bị xử lý hóa cứng nhiều giai đoạn của Fraunhofer (MJS).
  - ❖ Hệ thống các thiết bị EOSINT của EOS.
  - ❖ Thiết bị sản xuất công nghệ đường đạn đạo (BPM).
  - ❖ Thiết bị sản xuất in 3D của MIT (3DP)
- Phương pháp này không có tính đồng nhất trong các hệ thống, thể hiện bằng việc một số sử dụng tia laser, trong khi đó một số khác lại sử dụng chất kết dính/ keo để đạt được mức độ liên kết.

# III. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP TẠO MẪU NHANH

## A: Phương pháp tạo mẫu lập thể (SLA).

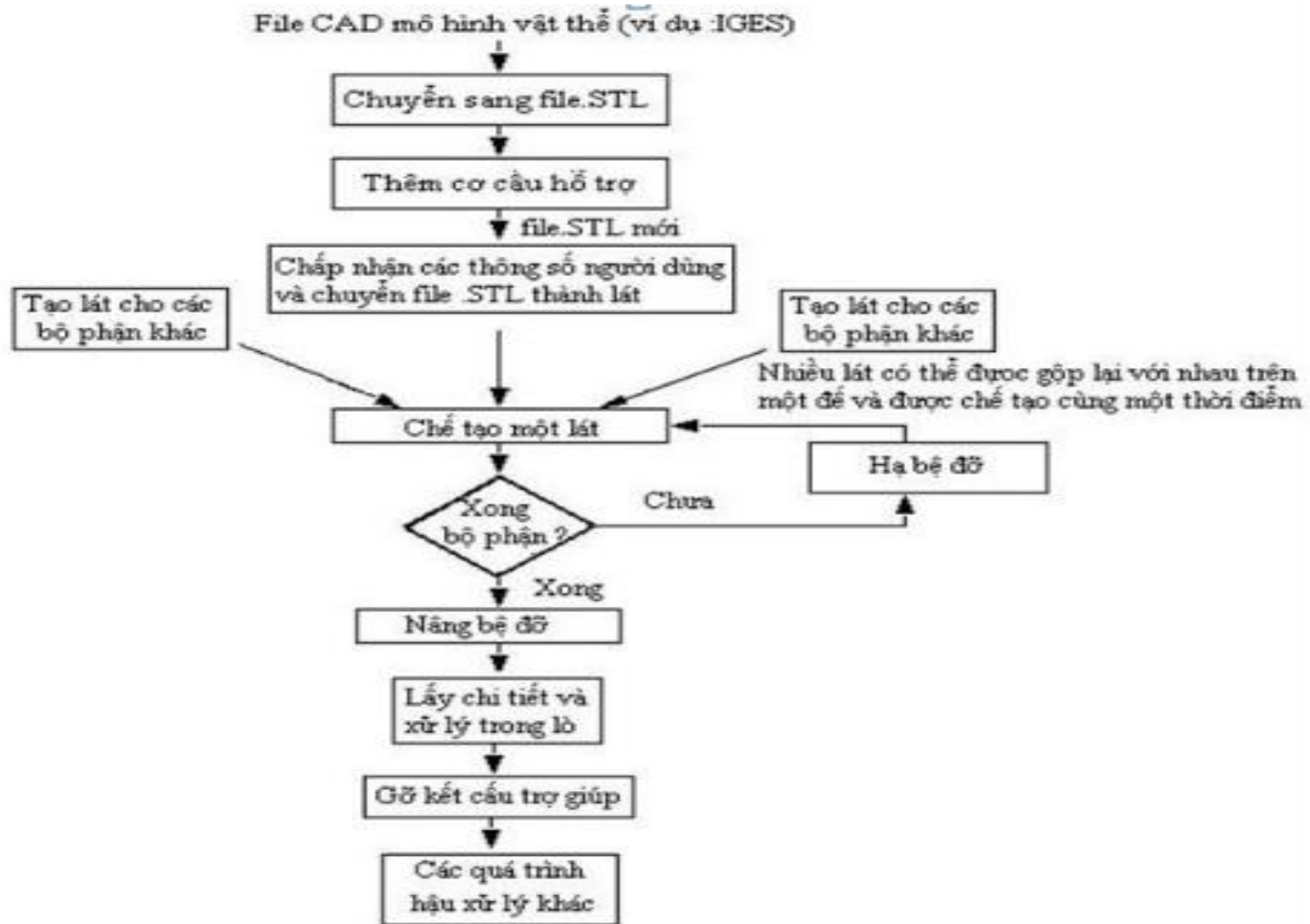
### 1: Nguyên lý hoạt động.

- Phương pháp SLA dựa vào nguyên tắc đông cứng vật liệu lỏng photopolymer thành một hình dạng rõ ràng khi nó được chiếu bởi một chùm tia Laser cường độ cao, có thể sử dụng Laser He-Cd với bước sóng  $325nm$  hoặc Laser rắn Nd:YVO<sub>4</sub> với bước sóng  $354,7nm$
- Một thùng chứa đầy dung dịch lỏng photopolymer. Trong thùng có một bộ đỡ (*bàn gá*) có thể nâng hạ được (*như một cái thang máy*). Chất lỏng là hỗn hợp của các monome acrylic, các oligome và một photoinitiator.



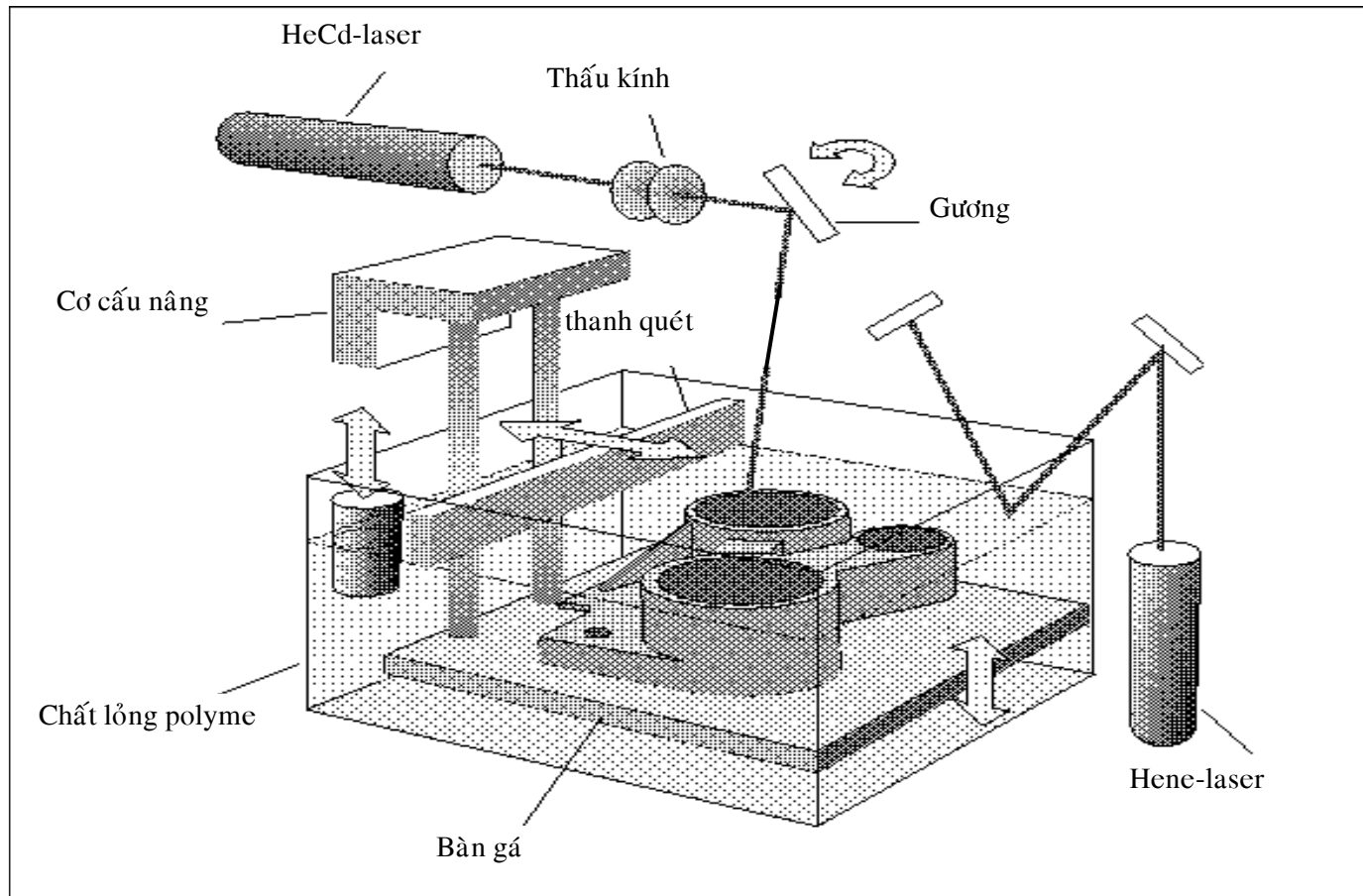
- khi bệ đỡ ở vị trí cao nhất (ở độ sâu a) thì trên tấm là một lớp chất lỏng cạn. Máy phát Laser phát ra chùm tia cực tím tập trung trên một diện tích của dung dịch photopolymer và di chuyển theo hướng X-Y. Chùm tia cực tím làm đông hết phần dung dịch được chiếu sáng và hình thành nên một khối đặc. Bệ đỡ được hạ xuống một lượng vừa đủ để một lượng chất lỏng phủ lên phần polyme đã đông đặc và quá trình được lặp lại.

- Quá trình tiếp diễn cho đến khi đạt được mức b. Lúc này ta đã tạo nên một chi tiết hình trụ có bề dày không đổi.
- Tại mức b, chuyển động theo phương X-Y của chùm tia rộng hơn, vì thế ta tạo được một mặt bằng phẳng như mặt bích bên trên phần đã tạo từ trước. Sau khi đạt được bề dày thích hợp, quá trình được tiếp tục để tạo nên phần hình trụ giữa mức b và c.
- khi lấy chi tiết ra khỏi hệ thống SLA, chi tiết phải trải qua một loạt các quá trình hậu xử lý (*post-processing*).
  - ❑ Đầu tiên, những chất polymer dư ra được làm sạch hết. Những chi tiết được làm sạch bằng những phương pháp chuẩn để bỏ đi những chất nhựa dư với : Tri-propylene Glycol Monomethyl Ether, rửa bằng nước, sau cùng rửa bằng iso-propyl alcohol, và chi tiết được làm khô trong không khí
  - ❑ Do tia Laser không cung cấp đủ năng lượng để xử lý hoàn toàn chi tiết, nên ở quá trình xử lý tinh chi tiết được thực hiện bằng thiết bị xử lý tinh PCA (*Post-Curing Apparatus*). PCA là một buồng với một bàn quay và những bóng đèn chiếu tia tử ngoại.



- Hình 3.2. Các giai đoạn tạo mẫu bằng phương pháp SLA

## 2. Hệ thống thiết bị



Hình.3.3. Thiết bị hoạt động của phương pháp  
SLA

Các máy của 3D Systems rất đa dạng cả về kích thước và chủng loại. Có một vài kiểu máy có sẵn và thường được sử dụng như là : SLA-190, SLA-250, SLA-350, SLA-500.



**Hình 3.4a. Máy tạo mẫu nhanh SLA 250 & SLA 190**

### **3. Phần mềm được sử dụng trong các hệ thống SLA là Meastro bao gồm một số module sau :**

- Module kiểm tra (3D verify- Module) :
- Module này cho phép đọc file định dạng .STL và chỉnh sửa trực tiếp mà không cần phải trở về phần mềm thiết kế CAD 3D ban đầu.
- Module quan sát (View- Module) :
- Module có thể hiển thị file .STL và file .SLI (*Slice File*) dưới dạng đồ hoạ.
- Chức năng quan sát được dùng để kiểm tra trực quan và định hướng các dữ liệu này sao cho tối ưu hoá quá trình tạo mẫu.
- Module kết hợp (Merge- Module) :
- Module này kết hợp tất cả các files .SLI thành một file thống nhất chuẩn bị cho quá trình tạo mẫu.



- ❑ Module hỗ trợ (Vista- Module) :
- ❑ Module này công cụ mạnh của phần mềm.
- ❑ Nó tự động thiết kế thêm các kết cấu hỗ trợ (*supports*) sản phẩm khi sản phẩm ở trạng thái lơ lửng trong khối chất lỏng trong suốt quá trình tạo mẫu.
- ❑ Module quản lý sản phẩm (Part Manager-Module) :
- ❑ Đây giai đoạn đầu tiên của quá trình chuẩn bị tạo mẫu.
- ❑ Môđun này chuyển các file .STL sang dạng bảng (*spreadsheet*).
- ❑ Module tạo lớp (Slice- Module) :
- ❑ Đây giai đoạn thứ hai của quá trình chuẩn bị tạo mẫu.
- ❑ Nó chuyển đổi các thông tin dưới dạng bảng từ Part Manager Module sang dạng mô hình là những lớp mỏng.
- ❑ Module tạo mẫu (Converge- Module) :
- ❑ Đây giai đoạn thứ ba và cuối cùng của quá trình chuẩn bị tạo mẫu.
- ❑ Module này tạo ra file dữ liệu cuối cùng và được sử dụng bởi các thiết bị tạo mẫu SLA.

## 5 . Đặc điểm

- Ưu điểm :
  - Hệ thống cứng, vững và hoàn toàn tự động.
  - Độ chính xác kích thước cao. Dung sai kích thước điển hình khoảng  $0,0125mm$ .
  - Độ bóng bề mặt tốt.
  - Độ phân giải cao phù hợp với các chi tiết phức tạp.
  - Với sự hỗ trợ của phần mềm QuickCast™ cho phép tạo mẫu cho quá trình đúc khuôn kim loại nhanh chóng và chính xác.
- Nhược điểm :
  - Sản phẩm bị cong vênh.
  - Giá thành hơi cao.
  - Vật liệu sử dụng bị hạn chế.
  - Phải qua giai đoạn hậu xử lý.
  - Chi phí vận hành và bảo trì cao.

- **6. Ứng dụng**
- **a. Các lĩnh vực ứng dụng của phương pháp SLA**
  - Tạo mô hình từ ý tưởng.
  - Tạo mô hình chính xác.
  - Tạo công cụ mẫu.
  - Tạo mẫu phục vụ cho quá trình đúc khuôn kim loại, khuôn cát và tạo khuôn.





Hình 3.5. Mẫu tạo thành từ silicon.

### **b. Hướng nghiên cứu và phát triển**

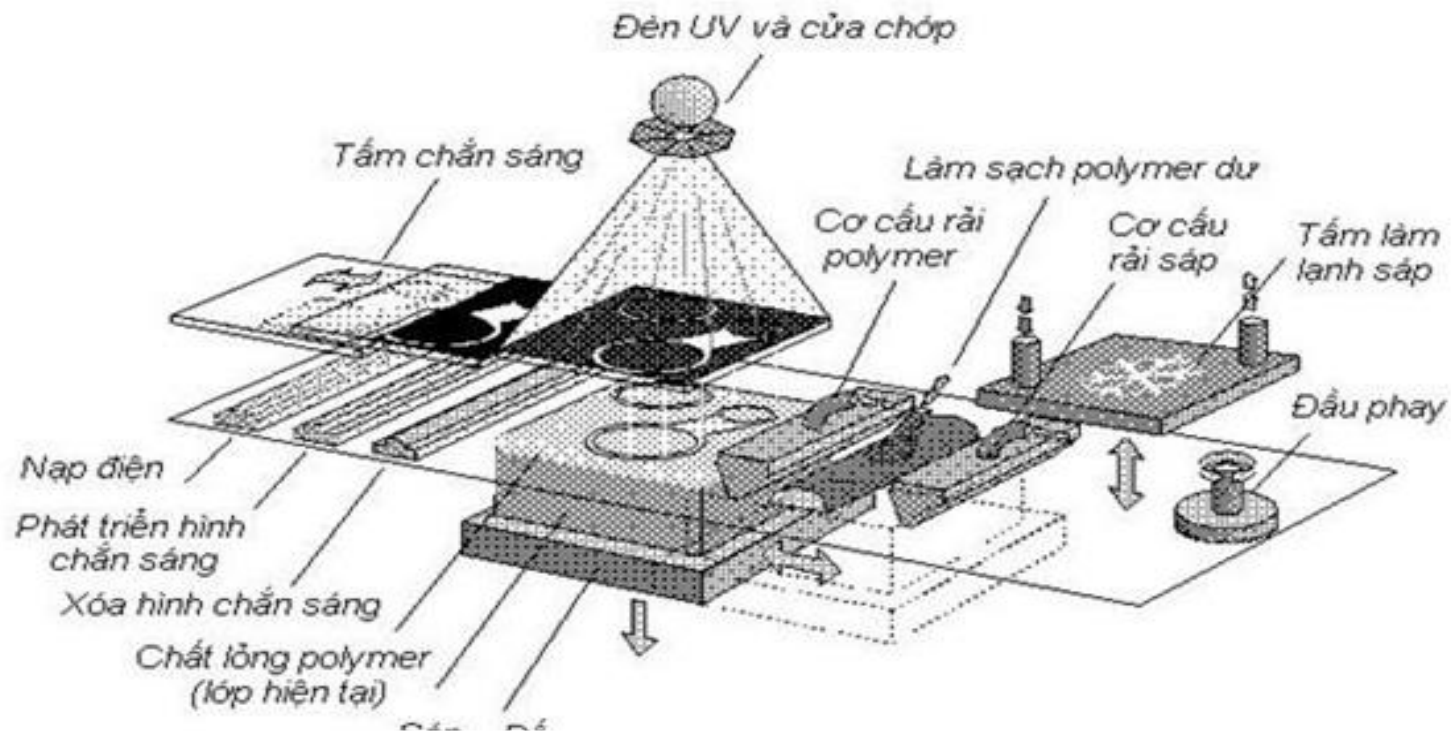
- 3D Systems và Ciba-Geigy đang hợp tác nghiên cứu những loại vật liệu mới với các đặc tính về cơ học tốt hơn, quá trình xử lý nhanh hơn và dễ dàng hơn. Đồng thời có khả năng chịu được nhiệt độ cao hơn.
- Một lĩnh vực quan trọng được quan tâm nghiên cứu là tạo công cụ nhanh RT (*Rapid Tooling*).

## B. Phương pháp xử lý trên cơ sở khối SGC (*Solid Ground Curing*)

### 1. Nguyên lý

- ✓ Hình ảnh của từng lớp cắt của sản phẩm tạo ra bằng phương pháp tinh điện sẽ được thể hiện trên tấm thủy tinh có thể xoá được. Một lớp màu sắc nhẹ (*toner*) sẽ phủ lên toàn bộ bề mặt trừ những tiết diện của sản phẩm thể hiện bằng những miền trong suốt phản ánh chính xác mặt cắt ở lớp hiện hành của sản phẩm. Dưới tác dụng của chùm tia tử ngoại xuyên qua tấm thủy tinh khi tấm thủy tinh di chuyển đến vị trí gần phía trên đỉnh của lớp mỏng chất lỏng polymer và chiếu vào thùng vật liệu bên dưới
- ✓ Phần vật liệu bị chiếu bởi tia tử ngoại sẽ được đông đặc nhanh chóng, cùng lúc này hình ảnh trên tấm thủy tinh sẽ được xoá đi để chuẩn bị cho lớp tiếp theo.
- ✓ Phần vật liệu dư không bị đông đặc sẽ được thu hồi lại, và khoảng trống xung quanh sản phẩm đang được chế tạo sẽ được điền đầy bằng vật liệu cứng (*sáp*), vật liệu thêm này có tác dụng như là bộ phận hỗ trợ trong suốt quá trình tạo sản phẩm.

Để đảm bảo cho quá trình hoá rắn nhanh, sáp lỏng được đông đặc bằng một tấm làm nguội sáp. Sau đó, đầu phay sẽ làm nhẵn bề mặt sản phẩm và xác định đúng bề dày của một lớp. Bộ phận hỗ trợ sẽ dịch xuống đúng bằng chiều dày của một lớp và quá trình được lặp lại cho đến khi hoàn thành sản phẩm.



Nguyên lý phương pháp SGC

## **2.Thiết bị tạo mẫu: : Solider 4600 và Solider 5600.**



**Hình 3.7. Thiết bị mẫu SGC**

### 3.Đặc điểm

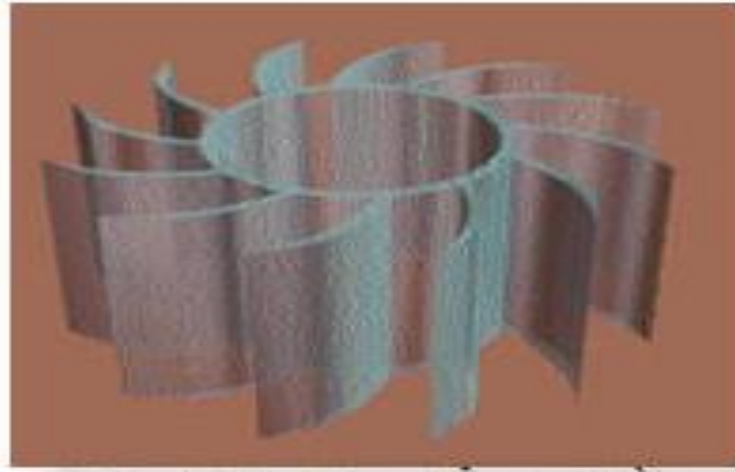
- Ưu điểm :
  - ❑ Hệ thống xử lý song song : quá trình tạo mẫu và xử lý tinh xảy ra song song do đó tiết kiệm thời gian từ 25:50%, giảm ứng suất bên trong và độ cong vênh sản phẩm.
  - ❑ Không cần thiết kế kết cấu hỗ trợ .
  - ❑ Đặc tính sản phẩm đồng nhất.
  - ❑ Sử dụng phần mềm tạo mẫu DFE (*Data Front End*) trước khi sang máy tạo mẫu.
  - ❑ Có thể chế tạo cùng lúc nhiều sản phẩm.
  - ❑ Không tốn nhiều thời gian cho hậu xử lý.
  - ❑ Chi tiết phức tạp không ảnh hưởng đến tốc độ tạo hình, tuy nhiên thể tích thì có .
  - ❑ Các lớp có thể được phay đi nếu không đạt yêu cầu.



- Nhược điểm :
  - Giá thành hơi cao, thiết bị làm việc hơi ồn, máy công kênh.
  - Máy móc yêu cầu bảo dưỡng trông nom cẩn thận
  - Vật liệu sử dụng bị hạn chế.
  - Nếu vật liệu bị phơi quá lâu thì có thể tăng tính dẻo, làm cho nó không sử dụng được, vì vậy làm tăng lượng vật liệu polymer được sử dụng.
  - Phải qua giai đoạn hậu xử lý.
  - Chi phí vận hành và bảo trì cao.
  - Phải lấy sáp ra khỏi sản phẩm khi chế tạo xong.

## 4. Ứng dụng

- a. Các lĩnh vực ứng dụng của phương pháp SGC
  - ❑ Tạo mẫu đúc và tạo công cụ : đúc kim loại, đúc cát, sản xuất tự do công cụ nhanh bằng vật liệu nhựa.
  - ❑ Tạo khuôn và công cụ : tạo công cụ bằng vật liệu Silicon-Rubber, epoxy, phun kim loại, acrylic, khuôn đúc thạch cao.
  - ❑ Ứng dụng trong y học : chuẩn đoán, phẫu thuật, thiết kế các bộ phận giả thay thế.



Hình 3.8. Sản phẩm của SGC

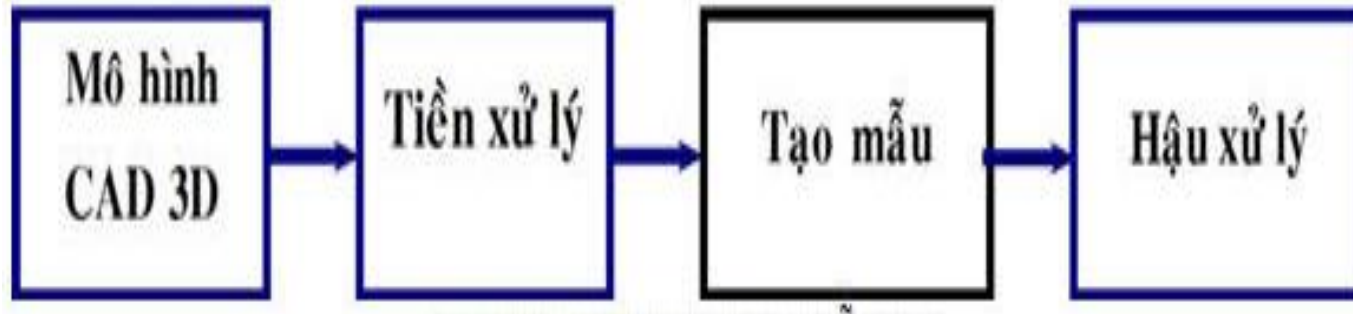
## **b.Hướng nghiên cứu và phát triển**

- ❑ Cubital đang tập trung nghiên cứu cho quá trình xử lý nhanh hơn, yêu cầu thực hiện cao hơn, độ phân giải đồ họa cũng như độ nhẵn và độ chính xác khi tô bóng cao hơn.
  
- ❑ Với những yêu cầu ngày càng cao về việc cải thiện các đặc tính cơ học của các sản phẩm tạo mẫu nhanh cũng như các quá trình chế tạo khuôn đúc kim loại và công cụ nhanh trực tiếp, Cubital đang nghiên cứu để có thể tạo ra được các sản phẩm bằng các loại vật liệu như : nhựa nhiệt nóng, nhựa nhiệt dẻo, vật liệu kim loại, tăng đáng kể khả năng lựa chọn của khách hàng về các đặc tính cơ học thích hợp cho các ứng dụng hay các quá trình sản xuất đặc biệt.
  
- ❑ Đặc biệt là các sản phẩm bằng vật liệu sáp có thể sử dụng để đúc kim loại trực tiếp, và các sản phẩm tạo bằng phương pháp phun kim loại (*kẽm*) tạo thành những khuôn ép phun nhựa trực tiếp.

## C. Phương pháp tạo vật cán mỏng LOM (*Laminate Object Manufacturing*)

- Công nghệ tạo mẫu LOM được phát minh bởi Michael Feygin vào năm 1985 và được tung ra thị trường bởi công ty Helisy.
- Công ty Helisys được thành lập năm 1985, là công ty chuyên tạo mô hình ba chiều có ứng dụng rộng lớn trong các lĩnh vực công nghiệp.
- Các hoạt động nghiên cứu và phát triển trong thời gian gần đây được sự hỗ trợ tài chính rất lớn của Học viện Khoa học Quốc gia NSF (*National Science Foundation*).

**1. Nguyên lý hoạt động.** LOM dựa trên nguyên lý cắt và dán từng lớp kim loại lại với nhau.



Hình 3.12. Các giai đoạn tạo mẫu LOM

- Bước 1 : Mô hình CAD 3D : tạo mô hình 3D dạng mặt hay dạng khối.
- Bước 2 :Tiền xử lý (*preprocessing*), ở bước này thực hiện các công việc :
  - ✓ Xuất file CAD 3D sang đuôi .STL, tái tạo hình ảnh từ file .STL, kiểm tra dữ liệu đầu vào.
  - ✓ Sử dụng phần mềm LOMSlice tự động tạo lớp sản phẩm.

❑ Bước 3 : Tạo mẫu (*building*) tự động trên các loại máy 1015 hay 2030 :

- ✓ LOMSlice tính toán chính xác chiều cao của mẫu và của từng lớp, phần mềm xác định được chu vi cần tạo mẫu và những phần bên ngoài của tiết diện ngang chi tiết (ngoài slice) được cắt thành những đường kẻ ngang, dọc có tác dụng như là một kết cấu hỗ trợ.
- ✓ Máy tính điều khiển tia Laser cắt theo biên dạng của từng mặt cắt ngang, phần vật liệu dư được thu hồi bằng con lăn thứ hồi liệu.
- ✓ Cơ cấu nâng hạ xuống và một tiết diện mới được hình thành, sau đó nâng lên và con lăn có gia nhiệt lăn qua ép lớp hiện hành liên kết với lớp trước đó và lặp lại quá trình.
- ✓ Cảm biến vị trí xác định chiều cao mẫu đã đạt được và máy tính sẽ tính toán cho một tiết diện ngang tiếp theo.

- ❑ Bước 4 : Hậu xử lý (*postprocessor*) : ở bước này thực hiện :
  - ✓ Lấy sản phẩm ra khỏi máy.
  - ✓ Làm sạch bề mặt sản phẩm (*Cleaning*).
  - ✓ Sơn hay đánh bóng sản phẩm (*Coating or Polishing*).

## **2.Loại máy và đặc điểm kỹ thuật**

### **a.Giới thiệu.**

- ✓ LOM (Laminated Object Manufacturing) là máy tạo mẫu theo phương pháp dán từng lớp của công ty Helisys. Helisys là công ty chuyên tạo mô hình ba chiều, ứng dụng trong phạm vi ngành công nghiệp.
- ✓ Helisys đã sản xuất hai loại máy LOM: LOM-1015 và LOM-2030, và được thương mại hóa từ năm 1991. Cả hai loại đều sử dụng dạng Laser là CO<sub>2</sub> hoạt động ở công suất tương ứng là 25W và 50W thông qua hệ thống gương quang học.



**Hình 3.13.** Máy LOM 1015.

- LOM-1015 và LOM-2030 có cấu trúc giống nhau, bao gồm các phần cơ bản sau : phần cứng và phần mềm máy vi tính, tia Laser và hệ thống quang học, bàn gá đặt trong mặt phẳng XY, đế và bộ phận nâng theo phương Z, hệ thống cuộn và cung cấp vật liệu.



## **b.Đặc điểm kỹ thuật.**

- ✓ LOM-1015 và LOM-2030 đều dùng laser CO<sub>2</sub>, LOM-1015 hoạt động ở công suất 25W và LOM-2030 là 50W.

	<b>LOM-1015</b>	<b>LOM-2030</b>
<b>Quy trình</b>	<b>Cán và cắt laser</b>	
Loại laser	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Công suất laser (W)	25	50
Kích thước vết (mm)	0,25-0,35	0,203-0,254
Tốc độ cắt theo XY (m/s)	0,38	0,61
Độ chính xác (mm)	± 0,25	± 0,25
Loại vật liệu tấm		
Chiều dày vật liệu tấm (mm)	Giấy và những vật liệu khác được phủ chất kết dính	
Quy trình cán	0,05-0,38	0,05-0,38
Kích thước làm việc (mm)	Ep con lăn nhiệt	
Chiều dày lớp nhỏ nhất (mm)	380 x 250 x 350	810 x 550 x 500
Kích thước máy (m)	0,05	0,05
Hệ thống điều khiển dữ liệu	1,2 x 0,99 x 1,27	2,08 x 1,47 x 1,42
Nguồn điện	Máy 486, MS Window NT, MS-DOS và LOMSlice	
Giá (USD, năm 1996)	140.000	272.000

### 3.Đặc điểm

- **Ưu điểm**

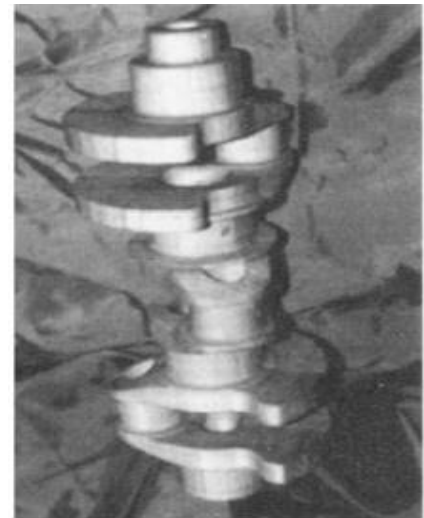
- ✓ Vật liệu đa dạng, rẻ tiền; về nguyên tắc có thể sử dụng các loại vật liệu: giấy, chất dẻo, kim loại, composites và gốm.
- ✓ Độ chính xác cao đạt được tốt hơn  $0,25mm$ . Bằng việc cắt vật liệu thay vì hóa rắn nó, hệ thống có thể bảo vệ được những đặc tính ban đầu của vật liệu.
- ✓ Không cần thiết kết cấu hỗ trợ.
- ✓ Tốc độ cao, nhanh hơn các phương pháp tạo lớp khác bởi vì tia Laser không cắt toàn bộ diện tích mà chỉ quét theo chu vi bên ngoài. Do đó, vật liệu dày và mỏng có tốc độ cắt bằng nhau.
- ✓ Không có sự thay đổi pha trong quá trình chế tạo chi tiết nên tránh được độ co rút của vật liệu.
- ✓ Không độc hại và ô nhiễm môi trường.
- ✓ Lực cắt hầu như bằng không, vật liệu bằng giấy nên sản phẩm không bị cong vênh do ứng suất gây ra.
- ✓ Hệ thống đơn giản, gọn nhẹ, hoạt động như trạm làm việc CAD. Người thiết kế có thể cung cấp ngay dữ liệu cho hệ thống LOM. Các bộ phận LOM đều có tiêu chuẩn.

- ✓ Tạo ra những mẫu phức tạp.
- ✓ Quá trình LOM có thể dừng đột ngột và sau đó tiếp tục hoạt động mà không ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.
- ✓ Giảm chi phí và thời gian tạo mẫu.
- **Nhược điểm**
  - ✓ Không thu hồi được vật liệu dư. Sự cong vênh của chi tiết thường là vấn đề chính của phương pháp LOM.
  - ✓ Lấy sản phẩm ra khỏi kết cấu hỗ trợ khó khăn.
  - ✓ Độ bóng bề mặt không cao.
  - ✓ Quá trình chuẩn bị và gia công rất tốn thời gian.
  - ✓ Giá thành thiết bị khá đắt.

## 4: Ứng dụng

### a. Các lĩnh vực ứng dụng của phương pháp LOM

- ✓ Tạo mẫu nhằm mục đích quan sát, giới thiệu sản phẩm, kiểm tra nhu cầu khách hàng.
- ✓ Mô hình chính xác (*Form Fit and Function*) có khả năng kiểm tra kích thước, đánh giá hiệu năng, kiểm tra ứng suất từ đó giúp nhà sản xuất có thể thay đổi thông số cũng như đánh giá lại đặc tính thẩm mỹ của mẫu.
- ✓ Tạo mẫu ban đầu phục vụ cho các quá trình tạo khuôn silicon, sáp, đúc kim loại và đúc cát, khuôn ép phun, phun kim loại.
- ✓ Tạo công cụ nhanh.



Hình 3.15. Trục khuỷu được tạo bởi LOM

## **b. Hướng nghiên cứu và phát triển**

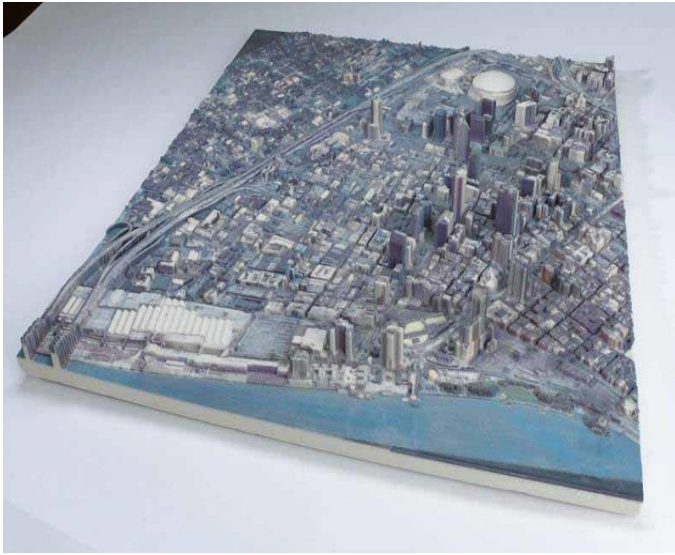
- ✓ Helisys Inc. đang tập trung nghiên cứu nâng cao độ chính xác khi sử dụng các vật liệu mới, cải thiện giao diện phần mềm để sử dụng hơn.
- ✓ Thiết lập thuật toán và nghiên cứu mô phỏng hoàn hảo quá trình tập trung ứng suất dư cũng như nâng cao tốc độ cắt của tia Laser

- ❑ Ngoài ra còn có nhiều phương pháp khác:
- ✓ Phương pháp thêu kết laser chọn lọc (SLS)

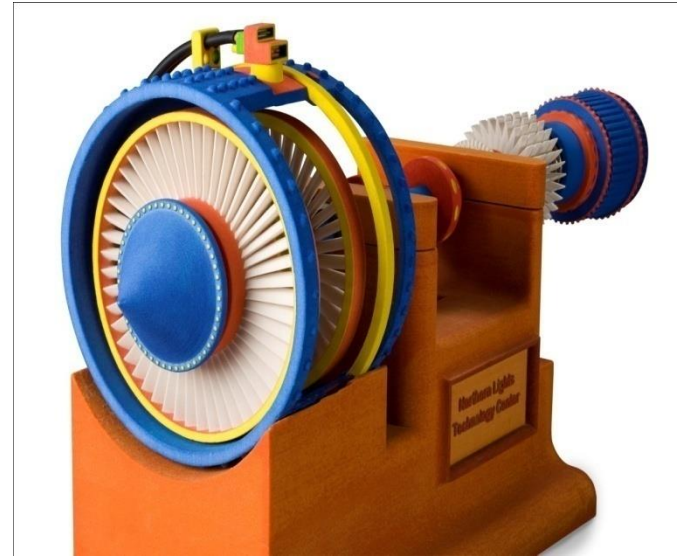


**Hình.3.16. Sản phẩm từ phương pháp SLS**

✓ Phương pháp in 3 chiều 3DP (Three Dimensional printing)







**Một số sản phẩm của phương pháp in 3 chiều 3DP**



*THANKS A LOT*