

Future for you

플라스틱의 이해 - Polymer -

이시호 (Shi-Ho Lee, Ph. D)

Tech. Center



고분자의 정의

Plastic [plstik] a. 1. 형성력이 있는; 형체를 만드는; 빚어 만들 수 있는; 조형적인; 창조력이 있는 2. 플라스틱으로 만든; 이겨서 만든 3. (찰흙 따위로 만든) 소상의; 소상술의 4. 유연한; 온순한, 감수성이 강한, 가르치기 쉬운 5. [생] 생활조직을 형성하는; 성형적인 6. 진짜가 아닌, 가짜의; 합성적인, 인공적인; 비인간적인

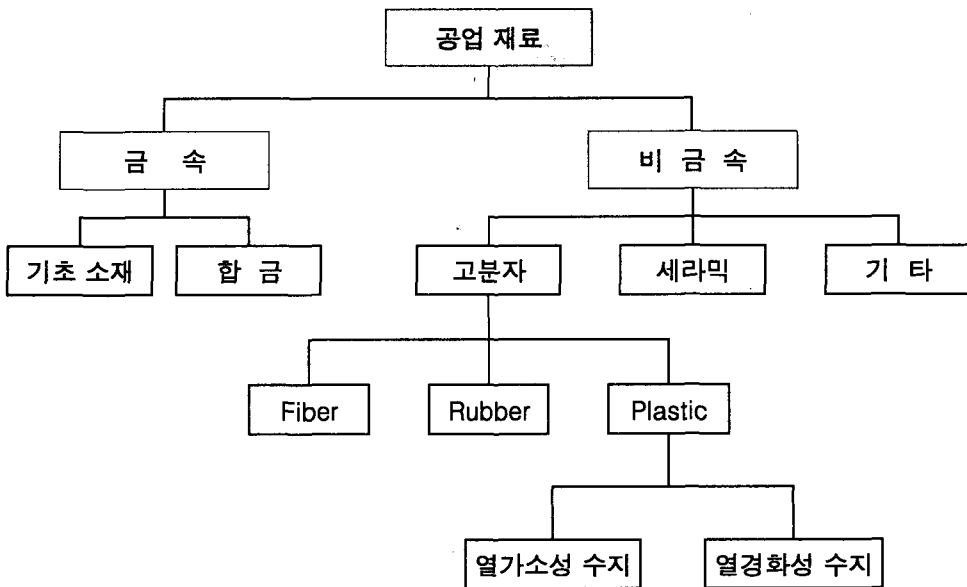
민중 엡센스 영한사전, 6판

단량체로 불리우는 저분자량 화합물이 화학적 결합에 의해 연결된 분자량이 큰 거대 분자화된 물질

- 1) 가소성이 있다: 외력으로 변형을 발생시킨 후 외력을 제거해도 원래 상태로 돌아가지 않고 변형된 형상을 유지.
- 2) 유기질의 고분자: 분자량이 10,000 이상인 Carbon 화합물(C, H, O)
- 3) 인공적으로 합성

고분자(플라스틱) 개요

공업재료 분류

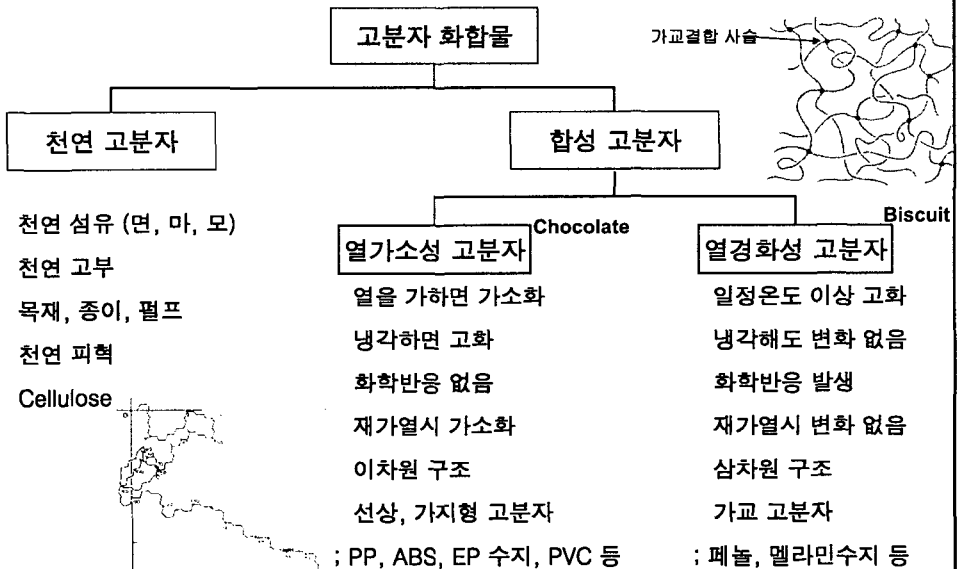


2

<http://www.polymerwide.co.k>

고분자(플라스틱) 개요

종 류



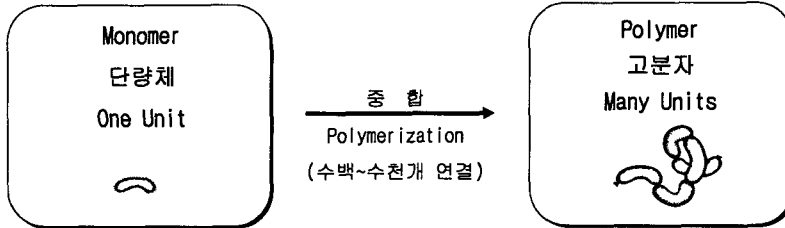
3

<http://www.polymerwide.co.k>

고분자(플라스틱, 수지) 란?

고분자 정의

반응성기나 반응 Site를 가진 저 분자량 화합물이 화학적 결합에 의해 연결되어 분자량이 큰 거대 분자화 된 것을 통칭해서 고분자라고 한다.

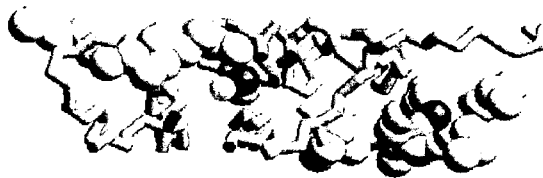
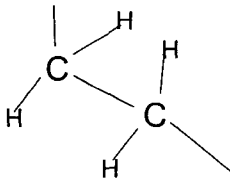


- 가. 단량체 (Monomer) : 고분자의 기본단위를 이루는 저 분자 물질
- 나. Oligomer : 반복단위가 2 ~ 20 정도의 분자량이 적은 중합체
- 다. 고분자 (Polymer) : 반복 단위의 수가 많은 분자량이 큰 중합체
- 라. 중합, 중합반응 (Polymerization) : 단량체들이 모여서 고분자가 되는 반응
- 마. 중합도 (Degree of Polymerization) : 고분자 내 반복 단위의 수

4

<http://www.polymerwide.co.k>

중합도에 따른 물성 및 형태 변화 : 탄화수소 Hydrocarbon: C_nH_{2n+2}



탄소수

형태

1~ 4

기체상태 (LPG, LNG)

5 ~ 11

액체상태 (개솔린)

9 ~ 16

낮은 점도의 액체 (캐로진)

16 ~ 25

고점도의 액체 (오일, 그리스)

25 ~ 30

고체 상태 (파라핀, 양초)

1000~ 3000

플라스틱 (폴리에틸렌)

5

<http://www.polymerwide.co.k>

분자량과 주쇄 연결 수의 관계

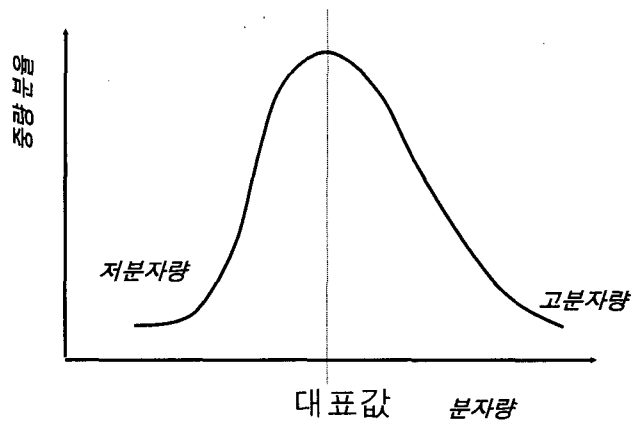
전형적인 범용고분자와 EP의 분자량

| LDPE | PBT |
|-------------|---------------|
| Mw: 100,000 | 30,000~80,000 |
| 단량체 분자량 | |
| 28 | 220 |
| 주쇄 연결수 | |
| 3600 | 140~360 |

6

<http://www.polymerwide.co.k>

분자량 분포

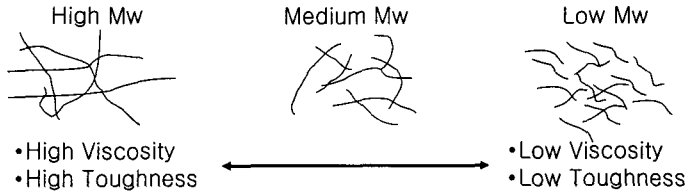


7

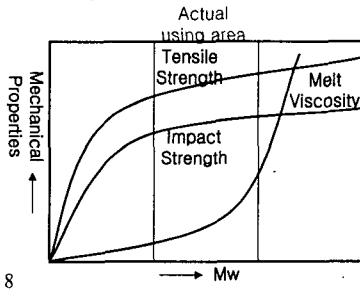
<http://www.polymerwide.co.k>

고분자의 분자량 분포와 점도/물성

Viscosity



Mechanical Properties



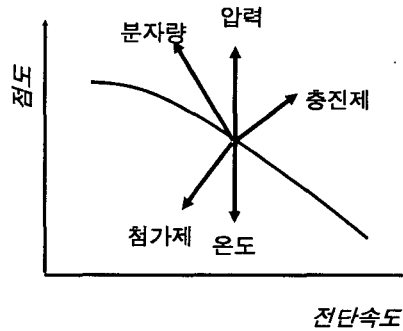
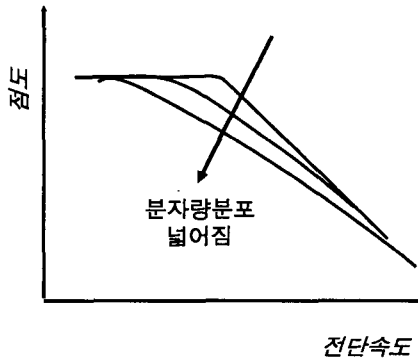
MWD & Physical properties

| | Mw | MWD |
|---------------------|----|-----|
| Anti-Abrasive | + | - |
| Chemical resistance | + | - |
| Tg | + | - |
| Tensile strength | + | - |
| Stiffness | + | - |
| Solubility | - | - |

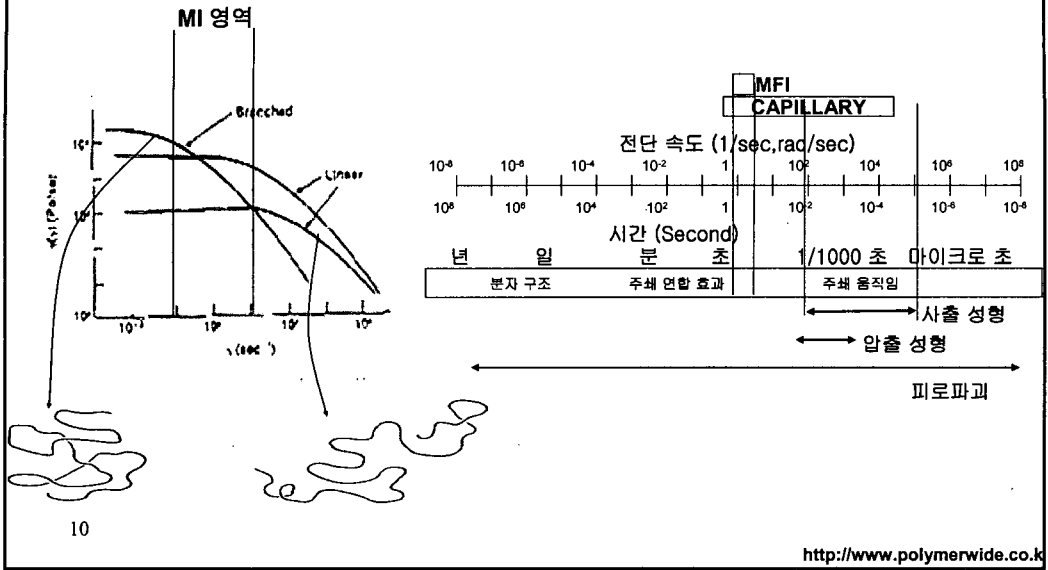
+ : Increase
- : Decrease

<http://www.polymerwide.co.k>

점도 변화



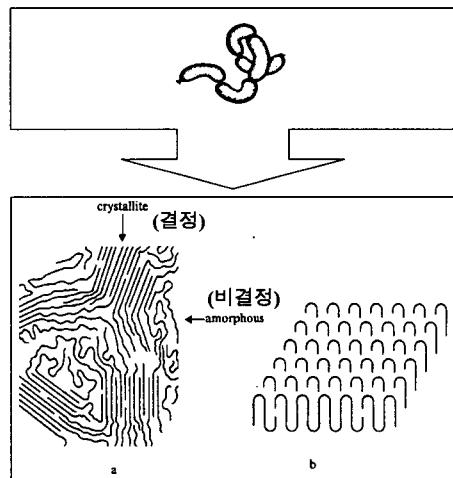
용융지수(MI) 와 용융점도(MV)



고분자의 내부 구조

제품의 결정, 비결정 구조

- 1) Amorphous Structure (무정형, 비결정성)
- 2) Folded chain Crystallinity (결정성)
- 3) Partially Crystallinity (결정성)



열가소성 수지 분류

종 류

| Crystalline Polymer (결정성) | Amorphous Polymer (비결정성) |
|---|---|
| PET, PBT Nylon, Acetal PP, PE SPS | Polycarbonate (PC) PMMA Polystyrene ABS PVC, mPPO |
| - 고체상과 액체상이 평형이 되는 용융온도 존재 (Tm) - 용융온도 이하에서는 규칙적인 배열에 의한 강직성 - 대부분 무정형과 결정형의 혼합상태로 되어 있음. (Semi-Crystalline) | - 분자쇄 운동이 활발해지는 유리전이온도 존재 (Tg) - 유리전이온도 이하에서는 딱딱함 (Glossy), - 유리전이온도 이상에서는 유연하고 탄성이 있음. (Non-Crystalline, Amorphous) |

12

<http://www.polymerwide.co.k>

열가소성 수지 분류 및 특성

| 구 분 | 결정성(Crystalline) | 비결정성(Amorphous) |
|----------|-------------------------------|------------------------------|
| 수지 종류 | PBT PE, PP Nylon POM | ABS, PS PMMA SAN PC |
| 성형 수축률 | 크다 | 작다 |
| 기계적 강도 | 고강성, 강직 | 유연, 강인 |
| 투명성 | No | Yes |
| 내약품성 | Yes | No |
| 침수 안정성 | No | Yes |
| 유동성 | Yes | No |
| 내마찰, 마모성 | Yes | No |

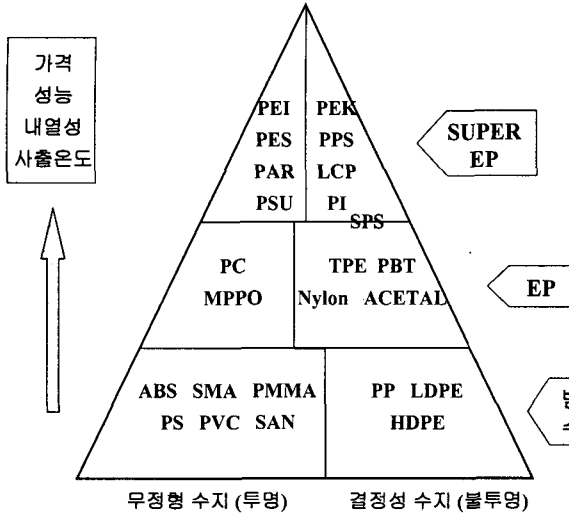
13

<http://www.polymerwide.co.k>

플라스틱의 분류

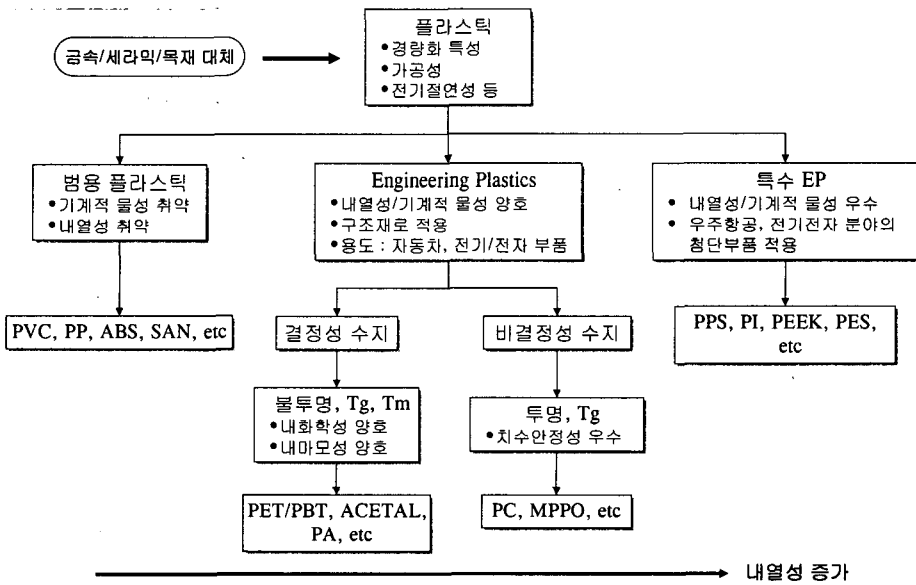
소재별 특성

수지 전개표와 부품 특성



- * 결정성 수지 / 비결정성 수지
- 주요 소재별 특성 변화
- * 결정성 수지 : 내마모, 내오일, 내약품 우수
- * 비결정성 (무정형) 수지 : 투명성, 성형 칫수 특성 우수
- * 성형 온도 예시 : 범용수지 (190 ~250)
: EP (240 ~ 300)
: Super EP (290 ~ 360)
- ➔ Grade 별 상세 조건 변동은 공급 제품의 기술 자료 참조 필요.

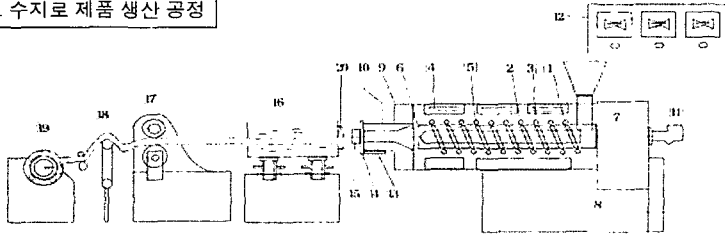
플라스틱 분류/특성/용도



플라스틱의 제품 생산-I

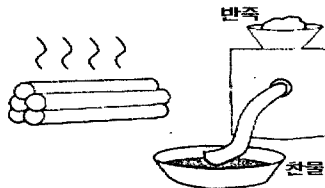
수지 생산 공정

원료 수지로 제품 생산 공정



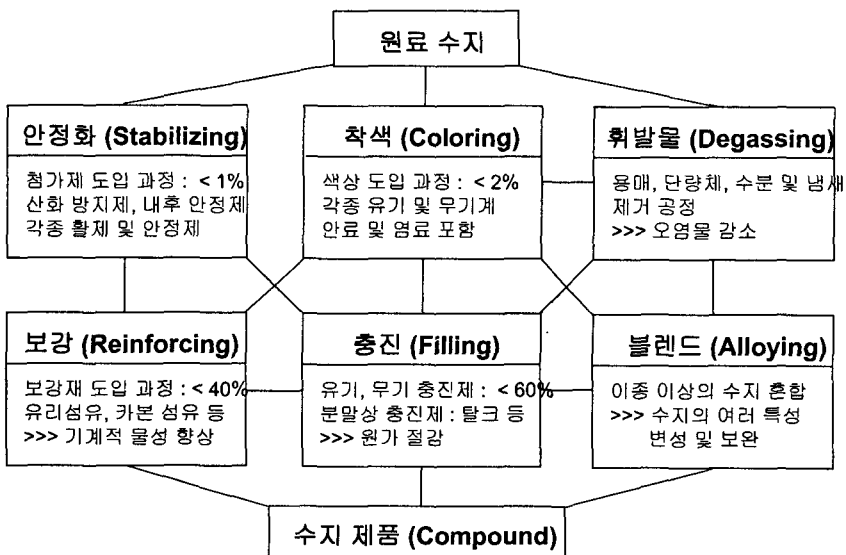
- (1) 스크류 (2) 실린더 (3) 실린더 라이너 (4) 가열헤더 (5) 실린더 냉각구멍 (6) 브레이크 롤러 (7) 기어박스
- (8) 전동기 (9) 기어 (10) 온도조정용 서모커플 (11) 스크류냉각장치 (12) 자동온도조절기 (13) 테프론 (14) 호머
- (15) 냉각자켓 (16) 수조 (17) 만취기 (18) 장력조정기 (19) 자동권취기 (20) 장형장치 블레이크 롤러 (21) 스크류

가래떡을 뽑는 것과 유사함.



플라스틱의 제품 생산

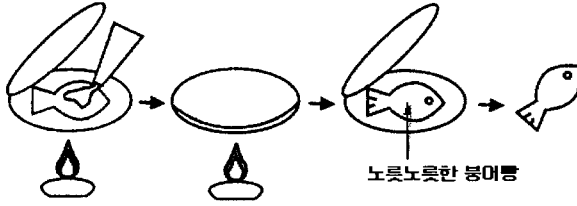
Compound



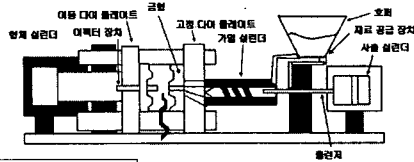
플라스틱의 제품 생산 - II

사출 완성품 생산

붕어빵을 만드는 것과 유사함.



원하는 모양으로 원료를 넣은 다음,
틀을 열면 틀 모양으로 원료가 만들어진다.



생산 제품



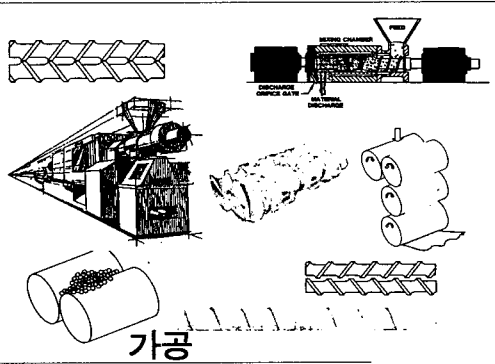
전자, 전기, 정밀 기기 구성품, 자동차 부품, 파이프 연결 부품, 각종 케이스, 파레트, 구조물 등.

작은 제품은 작은 틀에서 만들어지며, 범퍼와 같이 큰 제품은 사출 틀도 제품만큼 크다.

고분자 기술

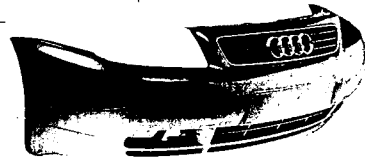


소재
Materials

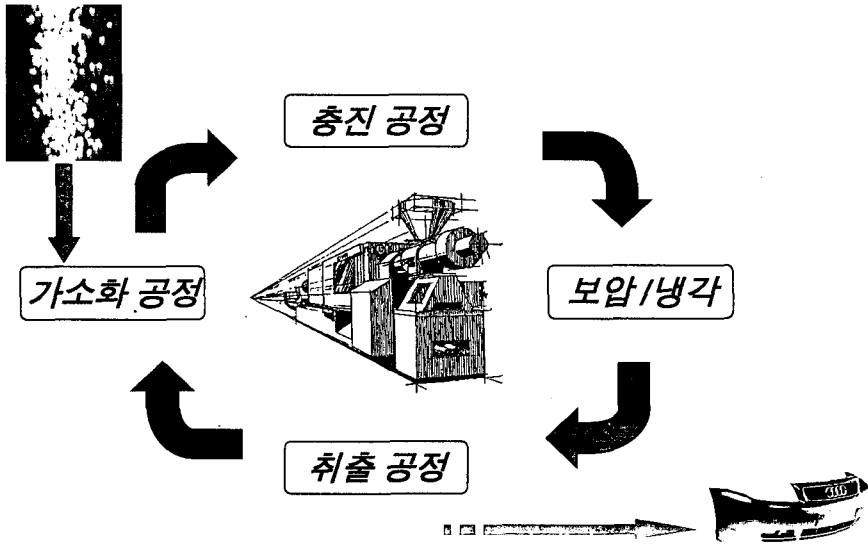


가공
Processing

설계
Design



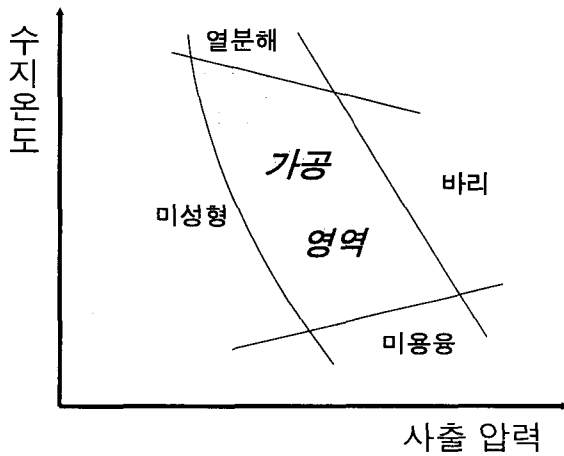
사출 공정의 이해



20

<http://www.polymerwide.co.k>

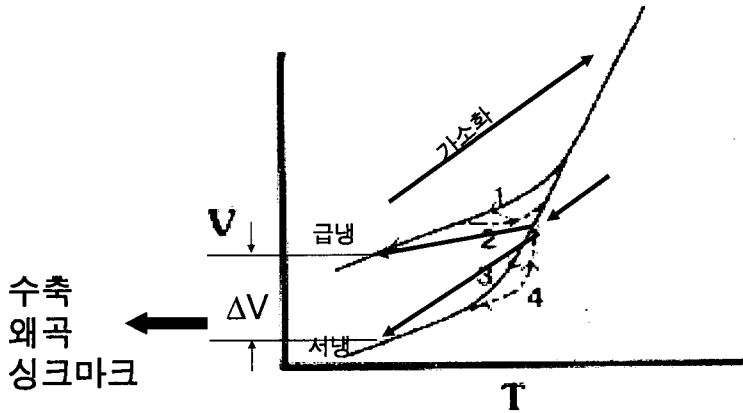
사출 가공의 가공 영역



21

<http://www.polymerwide.co.k>

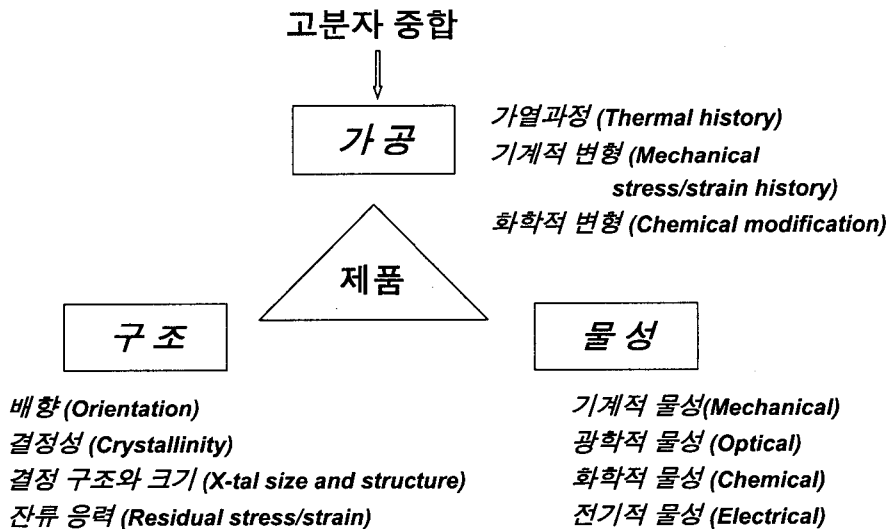
공정 중 수지 온도에 따른 체적변화



22

<http://www.polymerwide.co.k>

고분자 가공-물성-구조의 상관 관계



23

<http://www.polymerwide.co.k>