

## 플라스틱 사출 성형을 위한 지적 결정 시스템에 관한 연구

오정열\*, 허용정\*\*

\*한국기술교육대학교 메카트로닉스공학과, \*\*한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부

### 초록

본 연구는 차세대 반도체 칩 패키징 재료로 검토되고 있는 열가소성 수지(Thermoplastic resin)의 사출 성형에 있어서의 불량과 그에 따른 해결책을 Visual Basic을 이용하여 전산 정보화 함으로써 성형 불량 대책을 제공, Gate와 Runner를 최적화하는 지적 결정 시스템을 개발하였다. 체계적인 기술이 정립되어 있지 않는 플라스틱 성형의 문제점을 최소화하고 재료비 절감, 설계 납기일 단축, 제품 품질 향상을 그 목적으로 하고 있다.

### 1. 서 론

산업 핵심 기술인 금형 및 성형 기술은 최근 국제 무역 분쟁 및 자국 기술 보호주의 추세에 있어서 국가 경제의 지속적인 발전을 위해 필수적으로 확보되어야 할 기술이나 체계적이고 과학적인 연구 개발 노력이 미흡한 실정이다. 또한 금형 및 성형 기술 확립의 어려움은 근본적으로 관련 정보의 양이 매우 방대하고, 좋은 금형을 통한 양질의 제품 생산을 위해서는 고도의 기술 및 경험의 축적이 필요하다는 데에 있다.

사출 성형의 경우 불량의 종류는 대략 20가지이며, 불량 요인은 재료선정, 제품설계, 금형설계, 공정 조건 선정 등의 부적합, 재료 물성의 산포, 금형 가공상의 오차, 사출 성형기의 오작동 작업 환경의 변화 등 전문가라 하더라도 쉽게 파악이 어려울 정도로 복잡하다. 이 중에서 공정 조건만 해도 재료 건조 온도, 건조 시간, 스크류 회전수, 배압, 충전 속도, 금형 온도, 수지 온도, 충전 압력, 보압, 보압유지 시간, 냉각수 온도, 냉각수 유량, 냉각 시간 등의 변수가 존재하며 이들이 서로 복합적으로 영향을 미치기 때문에 불량률의 정확한 원인을 찾기가 쉽지 않다.

반도체 부문에 있어서도, 반도체 패키징의 재료로 열경화성 수지(Thermoset resin)가 주로 사용되고 있다. 업계에서는 향후 열가소성 수지(Thermoplastic resin)를 사출 성형 공정에 이용하여 패키징하려는 계획을 가지고 있다. 하지만 플라스틱(Plastic) 재료의 경우 세라믹(Ceramic)에 비하여 가격이 저렴하고 생산성이 높은 장점이 있으나 신뢰성이 낮다는 단점을 가지고 있다.

이러한 문제 해결 방법으로 사출 성형 공정을 이용하여 플라스틱 성형 시 발생하는 불량과 그에 따른 해결책을 전산 정보화 함으로써 신제품 개발이나, 제품 성형의 문제점 발생 시 문제점 해결을 지원해 줄 수 있는 지적 결정 시스템의 개발이 절실히 요구된다.

사출 성형 전문가가 나타난 현상을 파악하여 문제의 원인을 유추함으로써 시행 착오의 횟수를

출일 수 있는데, 이러한 전문가의 지식을 이용하여 초보자도 쉽게 문제의 범위를 좁혀 불량 해결에 도움을 주고자 성형 불량 대책을 제공, Gate와 Runner를 최적화하는 지적 결정 시스템을 개발하였다 지적 시스템을 개발하였다.

본 연구의 지적 결정 시스템은 Microsoft®의 Visual Basic 을 이용하여 프로그램을 작성하였다.

## 2. 시스템의 구성

플라스틱 사출 성형의 지적 결정 시스템은 Fig. 1 에서 보듯 크게 Troubleshooting Optimal System, Gate Optimal System, Runner Optimal System 으로 나뉘어 진다.

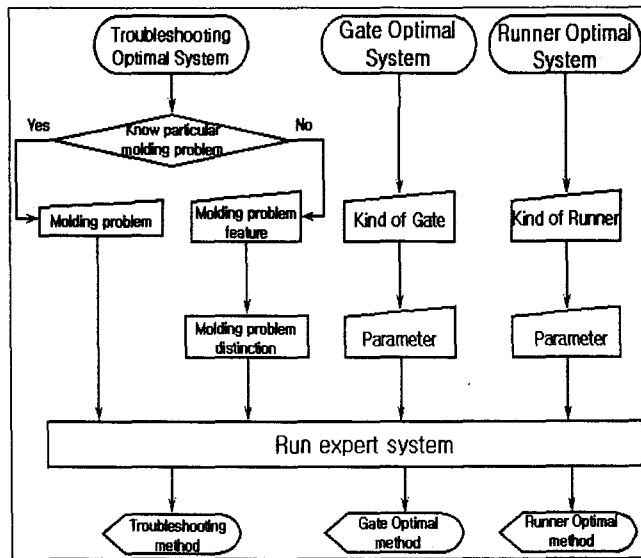


Fig. 1 Framework of Knowledge-based System

### 2.1 Troubleshooting Optimal System

플라스틱 성형 불량의 현상을 정의하여 사용자가 현재 플라스틱 제품이 가지고 있는 불량 종류를 입력하거나, 불량의 종류를 모른다면 제품에 나타나는 불량 특징을 입력하는 방식으로 정의하였다.

일반적인 성형 불량의 원인이 여러 가지 원인에 의해 발생하므로 플라스틱 성형 불량에 대한 해결 방법 과정을 Fig. 2와 같이 인과 관계 형식으로 구현하여 문제 해결을 보다 쉽게 하였다.

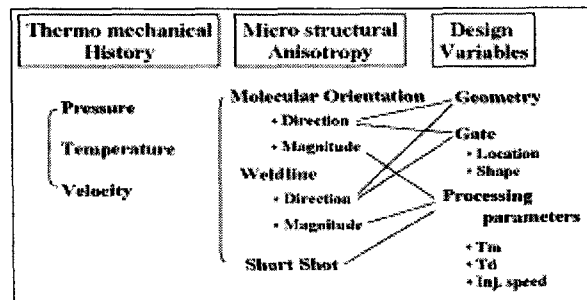


Fig. 2 Causal Relationships between Design Variable and Process Variables

### 2.2 Gate Optimal System

게이트의 종류 결정은 성형제품의 재질, 월간 생산량, 품질, 특성 등을 고려하여 수행된다. 또한 사출 금형 설계를 할 때 가장 어려운 부분 중의 하나가 게이트의 위치를 결정하는 것으로, 게이트의 위치에 따라 변형(warpage), 웰드라인, 미성형 등과 같은 결함이 발생하게 된다. 따라서 위치를 결정할 때에는 수지의 특성, 제품의 형상, 외관, 품질 등을 충분히 고려해야 한다. 게이트의 종류에 따른 게이트의 치수 계산은 주로 경험식이 사용되며, 제품 크기와 플라스틱 수지의 영향을 받는다.

### 2.3 Runner Optimal System

런너 시스템은 스프루와 런너를 총칭하는 용어로서 사출기의 노즐에서부터 게이트까지의 용융 수지를 안내하는 유동 통로이며, 최종적으로는 제품과 분리되어 버려지는 부분이기 때문에 성형 사이클을 지연시키지 않고, 금형에서 잘 빠지는 단면 형상으로, 가능한 최소의 규격으로 설계되어야 한다. 런너의 단면 형상은 압력전달 측면에서 보면 최대 단면적이 좋고, 열전도적 측면에서 보면 바깥 둘레가 최소인 것이 좋기 때문에 원형 단면이 가장 좋다. 그러나 파팅라인이 복잡하여 양측에 런너를 가공하기 어려운 경우에는 사다리꼴 단면이나, 개량형인 U 자형 단면이 사용되고 있다.

## 3. 지식 베이스 작성

플라스틱 성형품에 나타나는 불량 발생의 주원인은 크게 성형조건의 선택이 부적합에 의한 것, 금형 설계 및 제작의 부적합에 의한 것, 성형품 설계의 부적절에 의한 것, 성형 재료 선정의 부적합에 의한 것, 성형기의 용량 부족에 의한 것 등이 있다.

하지만 실제 플라스틱 성형 불량 발생의 원인도 단순하지 않고, 몇 가지 원인이 서로 복잡하게 연관되어 발생하는 일이 많다. 따라서 불량 현상을 찾아 그 대책을 세워 신속하게 처리하여 생산성을 향상시키기 위해서는 성형 불량 발생의 원인과 그 대책에 대해 충분한 이해가 필요하므로 비전문가의 경우 많은 어려움을 겪게 되고, 전문가라 할지라도 해결이 쉽지 않다.

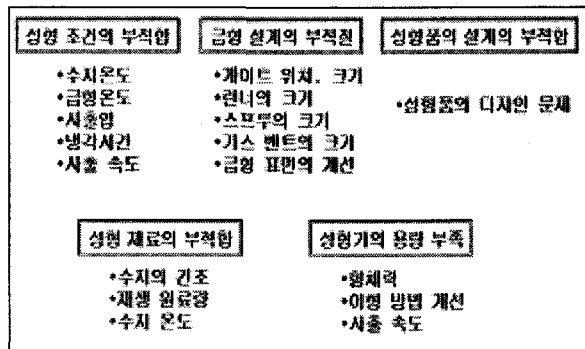


Fig. 3 Simplified Database

Fig. 3 은 성형 불량률의 원인을 간략히 도시화한 그림이다. 이를 바탕으로 하여 플라스틱 성형 불량 진단의 Database 를 체계화 하였으며, 또한 Gate Optimal System, Runner Optimal System 과의 feedback 작용을 하여 성형 불량률의 해결책과 Design 상의 문제점도 확인 할 수 있다.

#### 4. 플라스틱 사출 성형의 지적 결정 시스템의 실행 예

Fig. 4 는 플라스틱 사출 성형의 지적 결정 시스템을 이용하여 성형 불량 중 하나인 Short shot(미성형)의 원인 및 해결책을 제시하는 것을 보여 준다.



Fig. 4 Result Report of Short shot

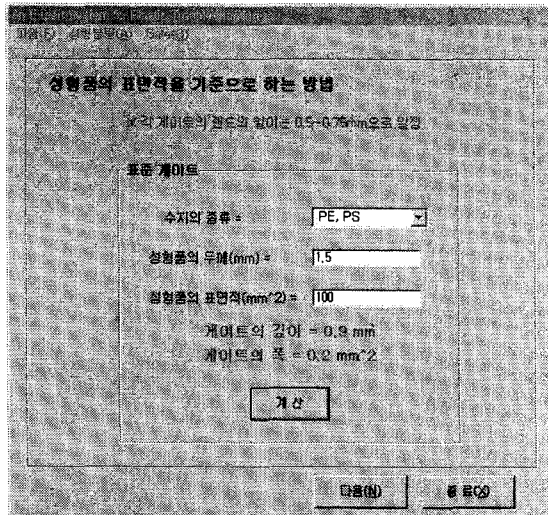


Fig. 5 Report of Gate Optimal System

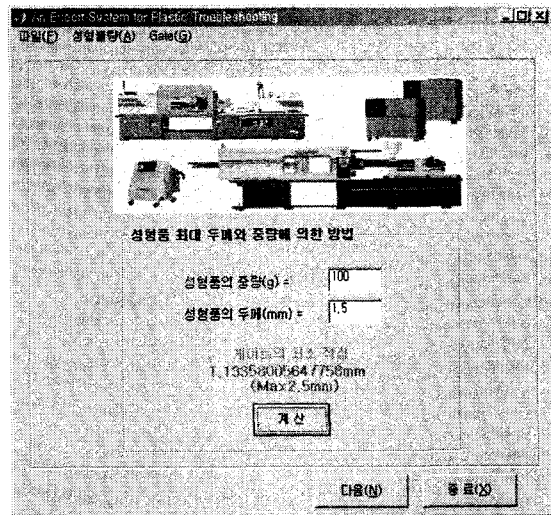


Fig. 6 Report of Runner Optimal System

Fig. 5 와 Fig.6 은 Gate Optimal System 과 Runner Optimal System 의 실행시킨 화면을 보여준다.

## 5. 결 론

플라스틱 성형 불량을 진단하기 위해 Database 를 구축하여 객체 지향적인 지식형 시스템을 구현하였다. 일반적으로 사용되고 있는 플라스틱 성형 불량 해결 방법 과정을 인과관계에 따라 체계화 하였다.

플라스틱 성형 불량 의 원인 관계를 불량 의 특성 선택과 불량 의 존재 유·무로 시스템을 구축하여 비전문가도 대화식으로 쉽게 플라스틱 성형 불량 의 원인을 진단할 수 있게 하였으며, 플라스틱 성형 불량 진단 작업을 불량 특성 선택과 가정 검증의 질문으로 체계화 하였다. 이를 위해 성형 불량 진단 작업에서 필요한 불량 특성 입력만으로 기본 표현을 제한하여 사용자의 응답을 제어함으로써 추론 근거의 모호성을 제거할 수 있다.

Gate 와 Runner Optimal System 은 주로 현장에서 사용하는 경험식을 바탕으로 사용하여 성형품의 중량, 두께, 수지의 종류 등의 요인들을 입력하면 그에 따른 치수 및 종류가 출력되도록 하였다.

## - ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-01-02) 지원으로 수행되었음.

## 참고 문헌

- [1] W. R. Jong, "Investigation of Intelligent System for Injection Molding of Plastic", College of engineering Cornell University, Technical Report No. 63, 42-58, 1990.
- [2] 강성남, 허용정, "사출성형제품 부형상의 지적 설계에 관한 연구", 한국정밀공학회지, 제 18 권, 제 8 호, 164-173, 2001.
- [3] 이찬우, 허용정, "사출 성형을 위한 게이트, 런너 지적설계시스템에 관한 연구", 한국정밀공학회, 제 18 권, 제 9 호, 192-203, 2001.
- [4] 손덕수, 이안호, 허용정, 이우영, "절삭가공조건의 지적 결정에 관한 연구", 한국산학기술학회 춘계 학술발표논문집, 129-132, 2003.