

《技術解說》

퍼스널 컴퓨터를 이용한 분위기 열처리 공정관리 시스템

변웅선·이구현·남기석·이승우·송준엽
韓國機械研究院

Process Monitoring System of Atmosphere Heat Treatment using a P.C.

U.S. Byon, K.H. Lee, K.S. Nam, S.W. Lee and J.Y. Song
Korea Institute of Machinery and Metals

1. 序 論

現代는 컴퓨터를 기초로한 새로운 産業社會로 급속히 성장하고 있으며 제 2의 産業革命時代라 말하고 있다.

生産基盤技術의 기초인 熱處理 分野에서도 새로운 技術 및 新材料의 開發, 少量多品種 등의 다양하고 융통성 있는 처리 범위, 그밖에도 에너지의 最小化, 生産性向上 및 品質의 要求가 엄격해지고 납기의 단축과 코스트 다운의 요구도 생겨났다. 이에 대응하기 위하여 열처리의 自動化, 高級化 요구가 대두되기 시작했으며 이것이 熱處理産業의 합리화나 경쟁력 강화라는 측면에서 그 중요성은 더 할 나위 없이 크다 하겠다.

熱處理는 일종의 裝置産業으로서 이것을 Control 하기 위해 컴퓨터의 효과는 매우 크며 이로 인해 熱處理의 高級化, 고부가가치화를 도모함은 물론 성능에너지, 성력화의 실현도 가능하게 된다.

그러나 熱處理 自動化 分野에 있어서 國內에는 設備導入이나 技術導入에 의존하고 있어 기술의 對外 從屬性이 심화되어 가고 있다. 더욱이 중요한 것은 이러한 혁신적인 시스템 하나를 도입하는

것이러기 보다는 관련된 技術을 開發하고 축적해 가는것이 문제이며 이것에 보다 많은 관심과 노력을 기울여야 할 때이다.

이를 위하여 본고에서는 國內에서는 처음으로 개발한 퍼스널 컴퓨터(P.C.)를 이용한 All-case 로 분위기 熱處理工程管理 시스템의 主要 構成內容과 特徵에 대해 서술하고자 한다.

2. 技術現況

최근 놀랍게 변화하는 市場環境이나 勞動環境에 있어서 3K(힘들다 더럽다 위험하다) 高賃金, 技術 人力不足, 多品種 少量生産등에 유연하게 대응하기 위해 그리고 品質改善과 生産性 向上 및 高附加價値 創出을 위하여 工場自動化를 진행함에 따라 이를 위한 각종 단위자동화기기들의 導入, 設置가 급증하고 있다. 이들 自動化기기의 도입대수가 늘어가면서 초기의 단위자동화로 부터 통합된 自動化로의 요구가 생기고 통합된 시스템을 效率的으로 운용하기 위한 技術開發이 활발히 진행되고 있다.

그러나 이러한 욕구를 충족시키는 것은 자동화

기기 메이커에 따라 고유의 통신체계와 접속방식을 가지고 있으므로 단위 자동화기기들을 통합하고 상위레벨의 자동화로 접근하기란 쉽지않다.

선진외국에서 熱處理 自動化는 퍼스널 컴퓨터를 이용하여 熱處理 工程 및 設備의 自動制御를 비롯하여 生産管理, 無人 운전, 自動倉庫 및 FMS 등의 단계까지 진행하고 있으며 데이터베이스를 Real time 經營情報와 결합, 최적의 企業活動을 목적으로 하는 CIM(Computer Intergration Manufacturing)의 活性化가 기업으로서의 合理化나 競爭力 強化라는 과제와 함께 이미 중요한 전략이 되고 있다.

그러나 國內 熱處理分野의 自動化는 아직 초기 단계로 주로 One board Computer 나 Programmable Logic Controller, 또는 메이커의 독자적 설계에 따른 마이크로 프로세서응용 시스템의 적용에 의한 분위기 제어의 自動化나 단일기기의 自動化水準에 머물러 있는 상태이다.

또한 외국설비도입의 경우 1대의 퍼스널 컴퓨터가 1대의 로를 制御, 管理하는 cell 단위의 自動化가 주로 導入되고 있으며 다수의 cell이 도입설치된 경우 각각의 cell을 LAN(近距離通信網)으로 연결, 통합 운용하고 있는 예는 아직 없다.

熱處理 分野의 自動化 技術은 다른 自動化 分野와 마찬가지로 核心技術 및 核心部品은 대부분 先進國이 이전기피로 인해 기술제휴를 통한 國産化에 많은 어려움이 있다. 따라서 核心技術이 국산화 안될 경우 이에 따른 시스템까지 외국산이 될 수 밖에 없으며 결국에는 Turn-Key 방식(設計施工一括方式)의 수입으로 막대한 외화의 낭비 및 技術 從屬性의 심화가 우려된다.

自動化 技術은 Computer 의존적으로 변하고 있으며 이에 따른 Software 技術의 비중이 점차 커지고 있다. 그러므로 Software 費用이 Hardware 費用을 능가하고 있으며, 도입되는 Source Program을 준다하여도 남이 만든것을 分析하는 데 몇배의 노력이 들어 처음부터 개발하거나 부분적인 Sub-Program 만을 이용하는 것이 오히려 經濟的이다. 또한 시스템을 확장, 변경시에도 國內에서 제작가능한 기계류 및 부품까지도 도입해야 하는 실정이다.

따라서 앞에서도 언급했듯이 관련된 技術을 開發하고 축적하는 데 산업계와 연구계가 모두 공동 노력을 기울여야 한다.

3. 분위기 熱處理 工程管理 시스템

예로부터 분위기 熱處理는 많은 經驗과 데이터, 축적된 技術이 요구되는 프로세스로 온도, 분위기 조성, 시간 및 표면경도, 경화깊이, 미세조직, 잔류응력, 변형등의 여러 변수들이 동시에 複合적으로 작용하므로 그 制御 및 管理가 매우 중요하다.

컴퓨터를 導入함으로써 이 모든것들이 무시될 수 있는것은 아니지만 그 과정을 향상시켜나가고 技術을 통합 축적해 나가는 하나의 道具가 된다.

이러한 과제를 해결하는 方法으로 한대의 퍼스널 컴퓨터를 熱處理爐와 on-line으로 연결하여 管理(monitring) 및 制御(control)하는 시스템이 이용되고 있다. 이와같은 1:1 시스템은 확장시 1:1의 형태로 추가하든지 1:N의 형태로 바꾸는 등 현장상황, 技術能力 등을 고려하여 결정된다. 그러나 1:1 확장일 경우 컴퓨터를 동일한 形態로 접속해서 LAN같은 通信網으로 확장시킬 수 있는 장점이 있으나 1:N의 경우 1대 추가시 마다 시스템의 再構成과 應答時間이 떨어지므로 확장에는 限界가 있다.

또한 工程管理 시스템의 機能을 정하는 데는 시스템의 導入目的, 構築方法과 運用方法 등 여러요소를 고려 환경에 가장 알맞는 기능을 독자적으로 결정해야 한다. 시스템의 導入目的은 분위기 熱處理 工程을 적절하고 정확하게 조절하며 다수대의 熱處理爐를 최소한의 작업자에 의해 연속적으로 장시간 가동시킴으로써 品質을 向上시키고 生産性을 높이기 위한 것으로 어느 경우나 동일한 것이다.

시스템의 구축은 주로 기기간의 接續에 관한 사항으로서 로와 제어부의 접속, 制御部와 컴퓨터의 접속은 최근 온도 및 분위기 제어용 Controller가 접속방법이 서로 다른 경우가 많으므로 各社의 Controller의 機能과 通信特性을 잘 고려하고, 기존의 제어용 Controller와의 호환성 그리고 經濟性도 검토해 어떠한 형태의 접속 방식을 취할 것인가

를 결정하는 것이 중요하다.

그리고 시스템의 運用에 있어서는 工場의 어느 레벨에 시스템이 位置할 것인가를 명확히 해야한다. 그렇게 함으로써 시스템의 역할이 확실해지고 필요한 Software 內容이 정해진다.

3.1. 분위기 熱處理 工程制御(Hardware)부의 構成

분위기 熱處理 工程制御 시스템의 Hardware 는 온도 및 분위기 제어부, 통신부, 감시 및 관리부로 構成되어 있으며 그림 1에 構成圖를 나타내었다.

接續方式은 퍼스널 컴퓨터 1대와 熱處理爐 및 附帶設備 1 set 를 on-line 으로 연결한 1:1 접속방식을 택하였으며 이를 단위로 다수의 시스템을 併設, 擴張이 용이하며 퍼스널 컴퓨터를 유기적으로 결합하면 上位컴퓨터 1대에서 전체공장의 로의 운전상황 및 情報를 管理, 監視할 수 있는 工場 自動化 시스템으로 쉽게 접근할 수 있는 장점이 있다.

분위기 熱處理에 있어서 온도 및 분위기의 제어는 무엇보다 중요하므로 시스템의 構築 및 運用方法에 있어 이에 중점을 두어 設計하였다. 즉, 시스템의 效率性和 經濟性, 信賴性 그리고 종래의 제어 판넬과의 연계성을 위하여 PID type 專用溫度컨트롤러와 Program generator 를 조합하여 다양한 熱處理 패턴설정 및 온도조절을 행하며, 분위

기 조절은 O₂ 센서, C.P.연산기와 PID 컨트롤러를 接續하여 構成하였다.

로내온도 및 쉘링오일 온도는 비교적 정확도가 높고 應答速度도 빠르며 操作이 편리한 PID 컨트롤러사 열전대로 부터 測定된 온도 data 를 演算, 比較處理하여 制御하도록 하였다. 그리고 이 컨트롤러 上位계층에 program generator 를 연결하여 각종 熱處理 형태에 따른 패턴의 設定 및 登錄된 熱處理 패턴이 수행될때 각 패턴 또는 step 마다 設定된 溫도와 爐內 溫度를 비교하여 요구되는 온도값을 setting value 로서 slave 인 PID 컨트롤러에 remote 모드로 지령하는 Closed-loop 형태로 취하였다. 또한 RS-232C 通信 port 를 내장하고 있어 P.C.와 계속적으로 자료를 송수신한다.

분위기 중의 탄소포텐셜(C.P.)의 制御는 O₂ 센서의 reference air 와 로내 분위기 가스중의 O₂ 분압차이에 의해 발생된 기전력(식(1)의 Nernst eg.에 의해)이 백금전극과 Read Wire 를 통해 C.P. 연산기로 전달되며 자체연산기능에 의해 탄소포텐셜로 계산된다.

$$E = RT/4F = 4.96 \times 10T \log 0.21/P'_{O_2} \quad (1)$$

C.P. 연산기는 산소센서의 기전력을 C.P.로 연산하여 표시하는 것과 동시에 상위 레벨에 위치한 PID 컨트롤러에 이를 4-20 mA DC 아날로그 신호로 出力하게 된다.

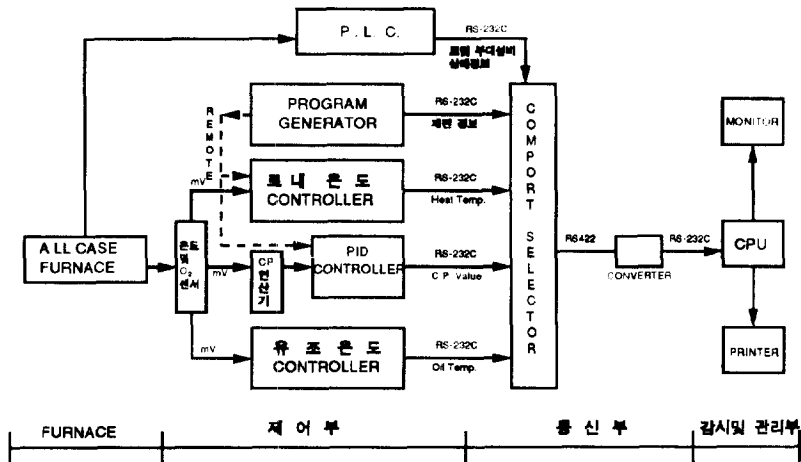


그림 1. 분위기 열처리 공정관리 시스템의 구성도.

분위기 制御用 PID 컨트롤러는 溫度制御와 유사한 方式으로 C.P.를 制御하며 내장되어 있는 RS-232C Port 를 통해 P.C.와 통신하게 된다.

또한 外部接點 入力機能을 이용하여 Pattern generator 에서 출력되는 Time signal 을 설정값 선택 점접신호(set value I/O signal)로 입력하여 熱處理 패턴에 맞는 CP 값을 自動設定하여 분위기를 制御한다.

통신부는 O₂ 센서 및 온도센서로 부터 입력된 아날로그정보를 디지털정보로 변환시키는 Data acquisition card 와 PID 컨트롤러에 입력된 분위기 조건들의 상태정보를 시분할에 의한 scanning 에 의해 자체메모리에 저장시켜 놓고 감시 및 관리부의 요구에 따라 필요한 정보를 제공하는 Comport selector 로 구성된다.

그리고 감시 및 관리부는 시스템의 중심부로서 크게 중앙통제용 컴퓨터, 열처리 공정제어 및 관리용 소프트웨어, 결과출력을 위한 출력기기 등으로 구성되어 있다.

4. 制御시스템의 인터페이스

분위기 熱處理 自動制御 시스템은 그림 1 에 나타난것 처럼 분위기조건, 爐內 溫度 등의 공정과 라미터를 制御하는 장치와 이를 監視하는 기능소프트웨어를 보유한 컴퓨터와의 인터페이스 작업이 필요하다. 본 연구에서는 인터페이스 기간간의 通信規約 및 諸般條件을 고려하여 최적의 통신시스템을 구성하였다.

4.1. 통신규약(protocol)

시스템의 구성에 사용된 制御用 컨트롤러, PLC 등은 외부기기와의 通信方法으로 시리얼 通信方式을 채용하고 있어 퍼스널 컴퓨터와의 인터페이스는 통신거리에 따라 그림 1 에 나타난 바와 같이 RS-232C 및 RS-422 을 사용하였다.

그러나 시리얼 通信方式을 이용한 데이터 送/受信을 위해서는 通信雙方間의 전송사양과 아래의 通信條件의 일치가 필요하다. 이를 Protocol 이라 한다.

- ① 通信 形態의 지정 (반 2 중, 전 2 중 통신)
- ② 동기 방식과 비동기 방식

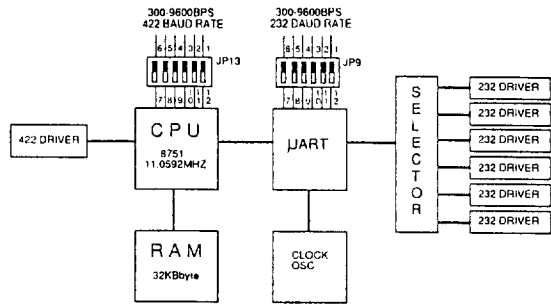


그림 2. Comport Selector 의 block diagram.

- ③ 패리티 체크(Parity check)여부
- ④ Start bit 와 Stop bit
- ⑤ 데이터 전송 단위(Data bit)
- ⑥ Baud Rate

본 인터페이스 작업에 채용한 方式은 비동기식, 반 2 중 통신방식, No Parity, start bit 1 bit, stop bit 1 bit 이며 8 bit 의 data bit 와 4800bps 의 Baud rate 를 갖는다.

4.2. Comport Selector

구성할 인터페이스 시스템을 위해 채용된 시리얼 通信方式은 1 : 1 대응에 의한 데이터 전송 방법으로 그림 1 과 같은 복수대의 制御裝置들과 通信하는 것은 곤란하다. 따라서 1 Port 의 RS-232C 를 複數로 分岐해서 1 : N 의 접속이 가능하며 앞에서 말한 通信規約에 따라 데이터를 송/수신 할 수 있는 그림 2 와 같은 Comport Selector 를 제작하였다. Comport Selector 는 6 개의 RS-232C Driver 에서 들어온 정보를 通信 명령에 따라 선정하여 자체 memory 에 저장하며, 컴퓨터측의 송신요구에 의해 요구된 정보를 RS-422 port 를 통해 전송하는 역할을 한다.

컴퓨터와 Comport Selector 간의 通信規約은 4.1 절의 통신규약에 따라 그림 3 과 같은 순서에 의해 傳送이 이루어진다. 특히 Patameter No 에 2 byte 를 할애하여 추후 變數追加에 대비하였으며 Check SUM 制御 코딩을 사용하여 각 단계별 데이터 傳送의 確認을 실시할 수 있다. 또한 通信規約은 ACK-NAK (ACKnowledge-Negative Acknowledge) Protocol 방식을 채용함으로써 通信에러의 발생을 제거하였다.

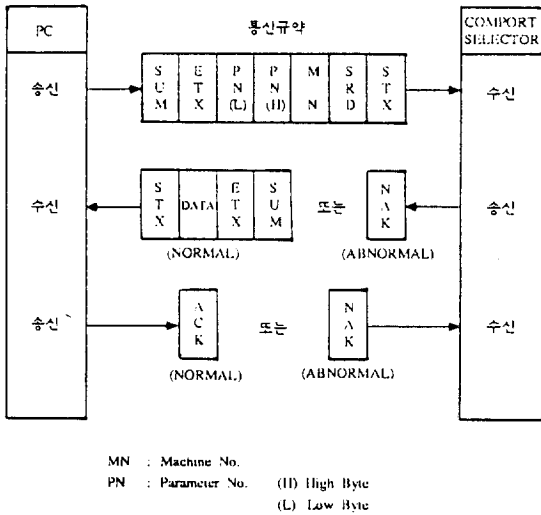


그림 3. 컴퓨터와 Comport Selector 간의 통신 규약 및 순서

5. 熱處理 공정관리 프로그램

앞에서 설명한 Hardware 시스템과 Interface 裝置를 통하여 熱處理 過程을 연속적으로 自動制御하면서 그 과정에서의 각종 변수들 및 주변장치들을 관리할 수 있는 프로그램을 개발하였다.

프로그램은 Turbo C. Ver 2.0을 기본으로 構成되어 있으며 사용편의를 위하여 Pull-down Menu로 書面을 構成하고 한글화 작업을 수행하였다. 프로그램은 모두 17개의 c 프로그램, 1개의 Assembler 프로그램 그리고 1개의 도움말 화일로 구성되어 있으며 화일의 기본구조는 그림 4와 같다. 전체 프로그램은 각 모듈별 Sub program으로 구성되어 있으며 이 프로그램의 각 모듈에 대해 주요내용과 특성을 간략히 技術하면 다음과 같다.

5.1. 熱處理 모듈

熱處理 모듈은 Program generator의 패턴정보를 확인하고 熱處理 패턴의 設定 및 모니터링과 모니터링 結果 出力을 할 수 있다.

① 패턴정보 확인

본 시스템에서는 熱處理 工程의 時間, 패턴, 類型, 溫度設定은 program generator에서 행해지므로 熱處理作業 시작전에 각 제어기들의 입력내용을 확인해 보는 기능이다.

② 패턴設定

모니터링할 熱處理 作業패턴을 선택하고 선택된 패턴에 대해 熱處理溫도와 時間, 쿨링溫도와 時間 그리고 侵炭 및 擴散期の C.P.값을 입력한다. 입력된 모든 변수 값들을 Global 변수로 設定되어 作業완료시까지 P.C.의 메모리 상에 기억된다. 그

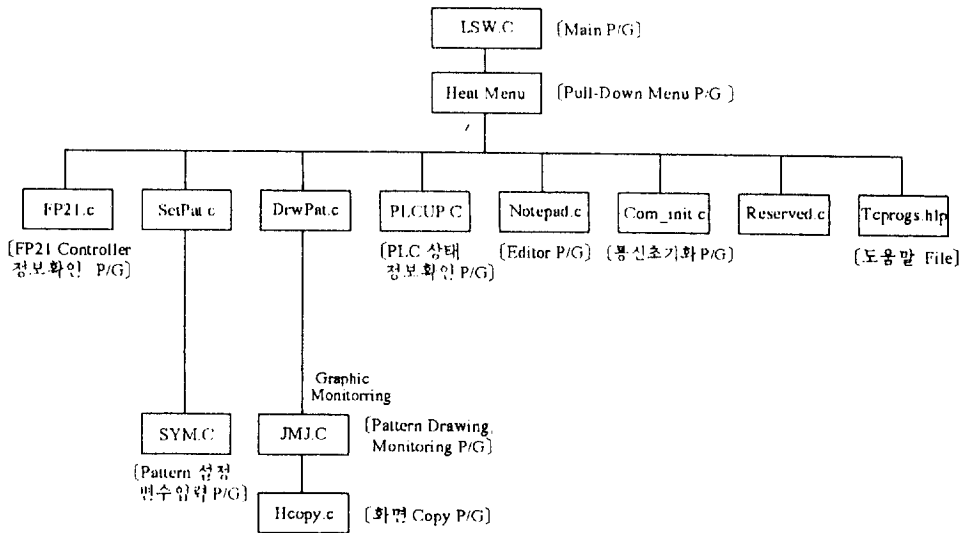


그림 4. 분위기 열처리 공정관리 프로그램의 화일구조도.

리고 패턴을 선택할 때 F1 키를 누르면 도움말을 제공 받을 수 있다. 이의 실행예를 사진 1에 나타내었다.

③ 모니터링

모니터링은 패턴설정 단계에서 설정한 여러변수들을 이용하여 각각의 표준패턴을 그래픽으로 처리하여 사진 2에서와 같이 화면에 나타내고 Comport Selector가 각 컨트롤러에서 수집한 정보를 傳送받아 처리한다. Comport Selectro에서 보내지는 데이터 포맷은 앞에서 기술한 通信規約에 따라

STX + DATA + ETX + SUM
(02h) (03h)

로 보내지며, 보내온 데이터는 문자열이다.

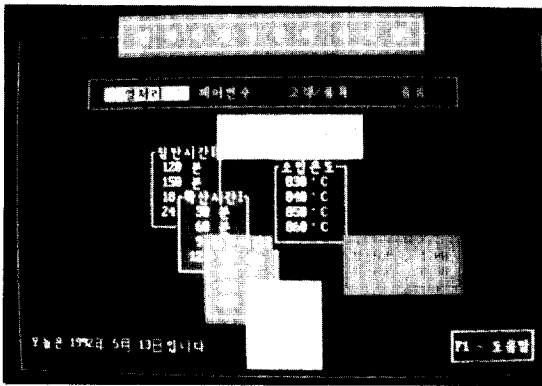


사진 1. 열처리패턴변수 입력화면 예.

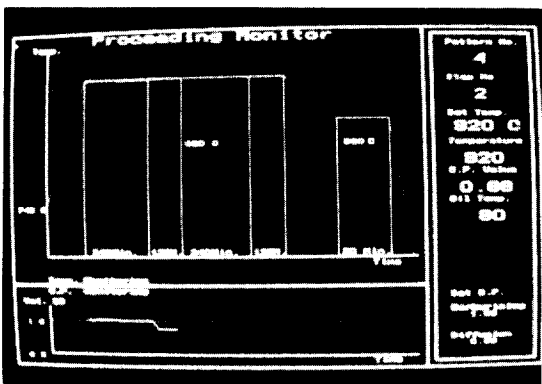


사진 2. 침탄열처리 과정의 모니터링 작업화면 예.

PC에서는 이 문자열을 숫자로 바꾸어 그림 5의 알고리즘에 의해 이를 그래픽으로 처리하여 각종변수들을 모니터링 할 수 있게 된다. 모니터링이 끝나면 모니터링된 結果와 작업표가 자동으로 프린터로 出力된다.

5.2. 制御변수모듈

制御변수 모듈은 PLC가 制御하는 熱處理爐의 상황감시와 通信초기화를 수행하게 되며 P.C.에서 PLC상태制御 및 Program의 設定登錄, 변경이 가능하도록 Tool을 준비하고 있으나 이 Down load 기능은 아직 완료되어 있지 않다.

① 熱處理爐 상태

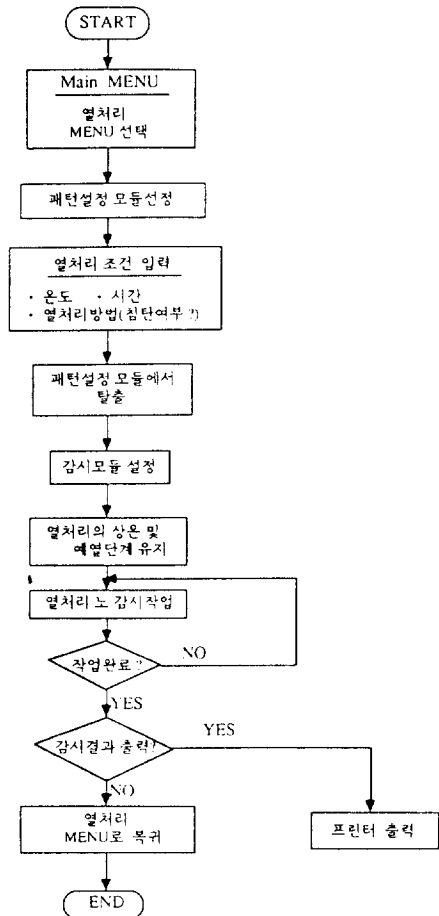


그림 5. All Case로 공정관리 프로그램의 알고리즘.

熱處理 작업의 안전과 올바른 作業을 위해서 作業을 시작하기 전에 로의 異常치들이 제대로 작동되는지 확인하는 기능이다.

아래 변수들을 문자와 색으로 확인 할 수 있다.

- Emergency stop
- 가열실 Door
- 예열실 Door
- 장입 tray 위치
- 분위기 교반 fan
- 자동 및 수동 운전

② 通信 초기화

본 시스템에서 P.C.와 Comport Selector 는 RS 232C 와 RS 422 방식을 이용하여 데이터를 송수신한다. 이런 시리얼 通信에서는 상호 通信規約이 일치되어야 하므로 PC 에서 외부通信 裝置와 이를 일치하도록 조건 값을 設定 또는 변경 할 수 있도록 하였다.

6. 결 언

공장의 자동화시스템 구축내용은 자동화기술이라는 공통적인 기술적용부분이 있기는 하지만 많은 부분은 적용대상이 되는 공정의 특성에 따라

결정된다.

이러한 의미에서 분위기 열처리용 자동화시스템의 구축도 열처리기술 향상과 더불어 우리들 스스로가 풀어가야 할 과제이다.

본고에서는 All Case 로와 이를 컨트롤하는 각 기기를 컴퓨터 및 PLC 와 네트워크화 하여 열처리공정을 자동제어하면서 각 공정의 데이터를 감시하고 관리하는 공정관리 시스템의 개발내용을 소개하였다.

이를 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

1) All Case 로에서 분위기를 사용하는 모든 열처리공정의 자동제어 및 관리분야에 활용이 가능하다.

2) MS-DOS 환경하에서 Multi-tasking 구현을 위한 기초 마련

3) 국내 독자적인 기술로 개발됨으로써 열처리 자동화 기술력 축적

또한 관리시스템과 연계된 시스템의 다기능화 및 상위레벨의 자동화 실현을 위한 지속적인 연구가 요구된다.

「후 기」

본 시스템개발은 상공부 공업기반技術사업의 지원에 의해 수행된 것으로 이에 감사를 드립니다.