

國內生産工程制御시스템의 現況

高 丙 俊

韓國原子力研究所 電子機器室長, 工博

1. 序 論

오늘날의 現代工業은 高度로 發達된 科學技術을 利用하여 近代工業과는 달리 優秀한 製品을 大量生産할 수 있는 自動制御 生産時代로 접어들었다.

自動制御의 歷史는 18世紀中葉에 英國의 Watt가 蒸氣機關車의 바퀴 回轉速度를 一定하게 하기 위해 遠心調速機를 使用하므로써 始作되었다. 이것은 最初의 實用화된 自動制御系로써 기차바퀴에 遠心力과 重力을 利用한 遠心調速機를 달아서 回轉速度가 빠르고 늦음에 따라 피스톤에 供給되는 蒸氣量을 自動으로 調節하게 만든 裝置였다.

그러나 이 裝置는 回轉慣性에 의해서 恒常速度變動이 생기는 不安定한 狀態의 制御系로 判明되었으며 그뒤 많은 노력으로 改良되었고 또 여러 産業에 利用되어 오다가 20世紀에 들어서 制御裝置의 利用이 活潑해지고 本格的으로 自動制御裝置에 對한 理論的 研究가 始作되자 自動制御裝置와 自動裝置의 重要한 差異點인 閉루우프와 開루우프에 對해서 개단게 되었고, 또 이를 밑바탕으로 피이드백 技術과 計測技術의 急速한 發展을 보게 되었다. 특히 二次世界大戰을 契機로 레이더의 制御와 이것과 結合되어 있는 高射砲制御, 船舶과 魚雷의 自動針路設定 및 飛行機의 姿勢制御 등 軍事的 目的으로 始作한 多様な

研究는 古典的인 自動制御理論을 完全히 完成하게 되었으나, 人工衛星의 發射과 로켓트의 誘導等 宇宙科學時代가 始作되자 古典的인 自動制御理論으로는 도저히 풀기 어려운 問題가 發生하기 始作하였다. 이것은 피이드백 制御가 時間遲延이 있어 變化가 크고 빠른 프로세스에 對해서는 適用할 수가 없었기 때문이었다. 그리하여 새로운 形態의 現代自動制御理論이 誕生하였고, 더 나아가서 電子計算機의 利用으로 從來에는 생각지도 못했던 制御도 할 수 있게 되어 抽象的인 量의 制御까지도 可能하게 되었다. 따라서 이러한 自動制御理論과 技術은 오늘날 石油精製, 化學, 鐵鋼 및 시멘트 工業 등 거의 모든 分野에 應用할 수 있게 되었지만 아직도 航空機의 進路와 着陸制御 및 로켓트의 誘導等 特殊分野를 除外하고는 대부분 古典的 制御技術만으로 制御시스템을 構成하여 運營하고 있는 實情이다. 앞으로 電子計算機의 性能이 더욱 進歩, 發展하고 價格이 節減 된다면 거의 모든 分野는 電子計算機를 使用하여 制御系가 直接判斷, 決定하여 스스로 問題를 解決해 나갈 수 있는 高度의 自動制御系를 構成할 時期가 될 것이다 (表 1 參照).

이러한 世界的趨勢에서 우리나라 工業界는 60年代에 들어서 産業의 急速한 發展으로 비로소 自動制御 시스템을 生産工程에 導入하였으나 아직까지도 많은 生産工程이 在來式 生産工程을

脫皮하지 못하고 있는 實情이다. 80年代에 100억을 輸出目標의 課題를 안고 있는 우리나라 生産業界는 大量生産 및 品質向上을 위해서 自動制御 시스템을 國內生産工程에 可及的 빠른 時

日 안에 設置하는 것이 必然的이다. 本論에서는 國內生産業體의 自動制御設置現況을 紹介, 記述하였다.

표 1. 自動制御의 發達

	年 代	理 論	應 用	背 景
↑ 第 1 期 ↓	1800—		Watt의 調速期와 그의 改良	蒸氣力開發 機械工業始作
	1850—	Routh, Lyapunov 定理	天體望遠鏡의 制御 電力系統에 關한 制御	電力開發
	1900—	微分方程式에 依해 調速系等의 解析	航空機의 autopilot	
↑ 第 2 期 ↓		Nyquist 定理	Process 自動制御通信系 制御	第 1 次大戰 電子工業開發
		Ziegler-Nichols法 周波數 應答法(Laplace 變換應 用)開發	Servomechanism 보급 電子式調節器開發	第 2 次大戰 核工學開發 電算機開發
	1950—	根軌跡法 Sample 值制御論	圖示 Panel, Data, Logger, 工作機械의 裝 置制御	Automachine 進步 人工衛星發射
↑ 第 3 期 ↓		Scalar 制御論定立 論理系設計論 最適制御理論	Sequence 制御普及 (計算制御)	Jet 旅客機飛行 宇宙開發 추진
		Lyapunov 定理再發見	宇宙船誘導	
	1960—	Vector 制御論始作抽象理論流 行 Vector制御論應用期 도래	流體論理素子開發電算機 制御(DDC) 生物系制御	電算機普及 韓國工業, 核心적 발전 生物工學開發

2. 國內生産業體의 自動 制御設置現況

工業界의 모든 機械裝置는 個個의 機器가 單獨으로 獨立해서 動作되는 境遇는 거의 없고 몇 個의 機器가 組合을 이루어 사람이 操作하므로서 하나의 시스템을 構成하도록 되어 있는 것이 普通이다. 이러한 시스템은 그 構成要素들이 모두 相互關聯性을 가지고 어떤 定해진 機能을 行하도록 設計되어 있는 것이 그 特徵이다. 그러나 最近의 傾向은 이러한 시스템이 점점 大規模로 多樣化되고 構造的으로 더 複雜化되어 가고 있어 稼動效率를 높이기 위해서는 각 要素들이 完全히 自動制御되어야 할 必要性이 要求되었

다. 實際的으로 全시스템의 完全自動化는 各 生産工程의 特異性에 依한 技術的解決의 어려움과 生産製品的 非經濟性 때문에 실용이 어려움으로 現 産業界에서는 工程의 重要한 一部過程에만 主로 使用되고 있는 實情이다.

自動制御系란 自動制御裝置가 行하려하는 일의 目標을 가지고 있기 때문에 制御裝置가 行하는 일을 恒常 監視하여 만일 行한 일이 目標과 다른 結果로 나타났을 경우 이를 즉시 目標値와 比較, 判斷하여 發生한 誤差量 만큼 制御動作을 修正하도록 驅動裝置에 命令한다. 그러므로 工程의 自動化를 위하여 먼저 實行해야 할 일은 制御對象의 工程을 正確하고 精密하게 計測하는 일이다.

測定에는 여러가지 工程에 따라 다르나 主로

많이 利用되는 것은 熱, 溫度, 壓力등이다. 여기서 얻어진 制御情報은 즉시 操作되고 피이드백 되어 要求하는 目標値에 맞게 修正되지만 一般的으로 自動制御系는 遠隔測定, 遠隔制御, 遠隔指示가 可能하고 非接觸, 非破壞가 可能한 것이어야 하므로 이를 滿足시킬 수 있는 計測方法을 擇하여 生産工程에 利用하여야 한다. 그러나 國內産業界는 零細性和 지난날의 落後된 工業으로 現代的 計測方法和 制御裝置를 全部 갖추기에는 어려움이 놓여 있어 部分的으로 利用하고 있는 狀態이다.

工程에는 위에서 記述한 바와 같이 工程對象에 따라 檢出器의 利用이 다르지만 制御系의 內容에 있어서는 같은 것이므로 여기서는 放射線同位元素를 利用한 計測制御設備를 中心으로 國內 生産業體의 生産工程을 設置된 工程과 設置되어야 할 工程을 가지고 自動制御系의 實例를 記述하기로 한다.

가) 시멘트 工業에의 應用

시멘트 工業은 國內生産業體中 比較的 오랜 歷史를 지니고 있으나 施設에 있어서 近代化된 것은 最近의 일이다. 近來에 와서 漸次 生産量

의 增加와 施設規模의 擴張으로 在來式工程에서 脫皮하여 現代化된 工程으로 改良되고 있다. 시멘트의 生産工程은 大體로 原料部門, 塑性部門, 磨勘部門으로 나뉘며, 그 細部的인 工程圖는 그림 1과 같다.

現在 시멘트의 生産工程中 自動制御裝置를 導入하고 있는 部分은 여러 곳이 있으나 Silo의 貯藏量制御와 Pneumatic conveyor 및 放射線同位元素를 利用한 原料混合制御等을 例로 들 수 있다. 貯藏量制御에서는 시멘트나 原料의 貯藏量을 一定하게 하기 위해 Silo에 準位測定裝置를 두고 恒常 貯藏量의 準位를 監視하여 貯藏量이 많을 때는 Silo에 들어 오는 量을 減少시키고 적을 때는 搬入量을 增加시키는 制御를 하고 있다. 또한 放射線同位元素 追跡子技術을 利用하여 原料의 混合比率를 一定하게 制御하고 있으며, cement mill 部門의 pneumatic conveyor에 準位計를 設置하여 이 裝置를 自動으로 調節하고 있다. 시멘트 製造工程에 部分的으로 應用되고 있는 計測 및 制御裝置는 大體로 피이드백을 隨伴하는 閉루우프 制御裝置이다. 이러한 制御裝置는 危險한 工程을 遠隔指示, 遠隔制御하므로써 生産工程을 보다 效率的으로 이끌어나갈 수 있다.

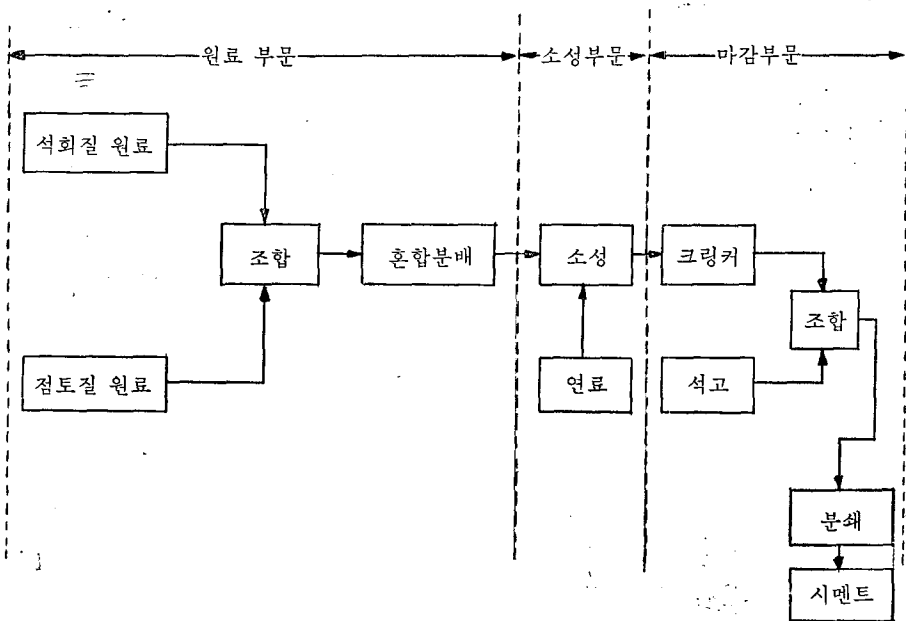


그림 1 시멘트의 제조공정도

나) 金屬工業에의 應用

우리나라 金屬工業은 規模나 生産量으로 볼때 아직 成熟期에 이르지 못했다고 생각되나 最近 浦項製鐵 등 大單位工場의 建設로 급속한 成長을 했다. 오히려 이러한 狀況에서 生産業體에는 좋은 品質의 製品을 大量生産하기 爲해 많은 制御裝置를 動員하고 있다. 鐵鋼會社의 共通的인 制御設備은 鋼板의 두께 制御이며 鐵板의 두께를 正確하게 測定하는 것은 材料를 節約하고 均一한 두께의 製品을 製作할 수 있다. 鋼板의 두께 調節에 放射線 同位元素測厚計나 超音波測厚計를 利用하여 壓延機의 入口와 出口 두곳에서 鋼板의 두께를 測定, 이 信號를 피이드백시켜 壓力機를 調節하므로써 願하는 規格의 鋼板을 大量生産하고 있다. 또한 鎔鑛爐內的 原料投入은

눈으로 보고 手動으로 하기 매우 危險하고 어려운 作業이므로 鎔鑛爐 內的 原料의 準位를 放射線 同位元素 準位計등으로 測定하여 얻은 信號를 피이드백 回路에 보내어 決定한 基準差와 比較後 自動스위치를 動作시키므로써 原料投入量을 自動 調節할 수 있다. 그림 2는 鋼鐵製品의 生産工程圖이다.

다) 製紙工業에의 應用

우리나라의 製紙工業은 아직 그 搖籃期에 처해있으므로 品質面에서나 供給面에서 아직도 未洽한 點이 많다.

製紙工業에서는 아직도 이렇다 할 制御設備을 生産工程에 導入하고 있지는 않지만 工程의 短縮과 品質 改善을 爲해서 종이 두께 制御 및 水分 含有量를 一定하게 統制하는 制御시스템이

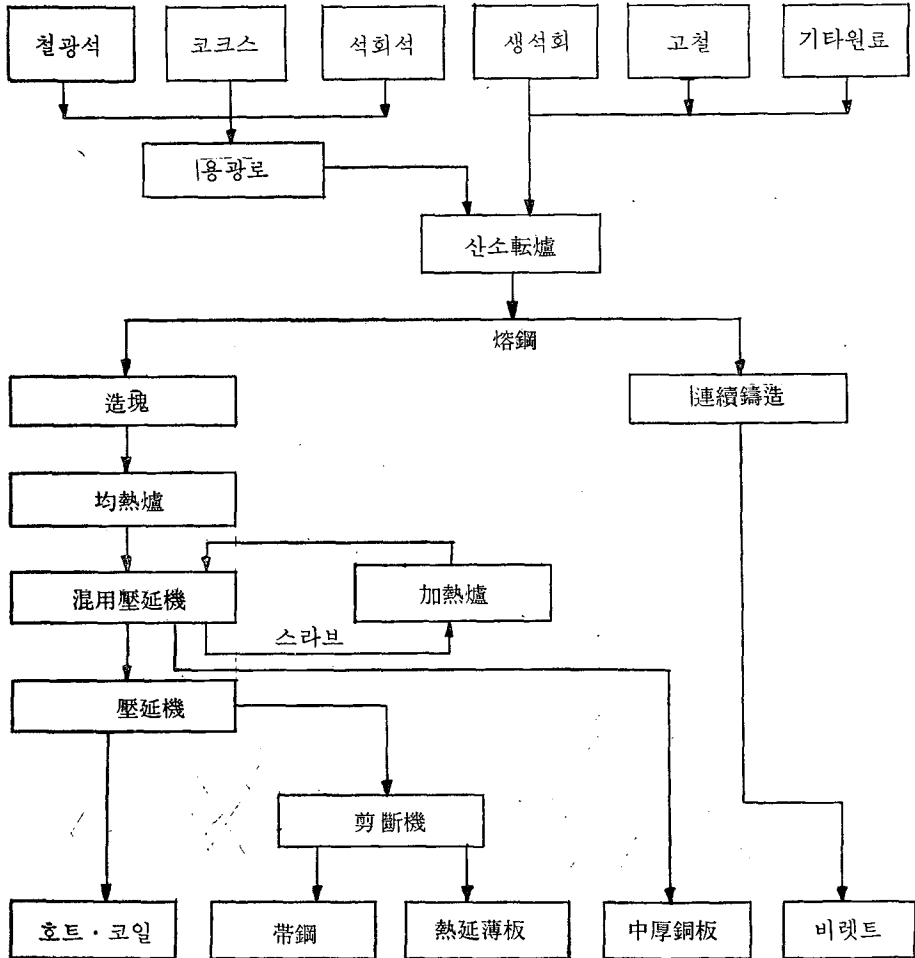


그림 2 綜合製鐵工場 生産공정도

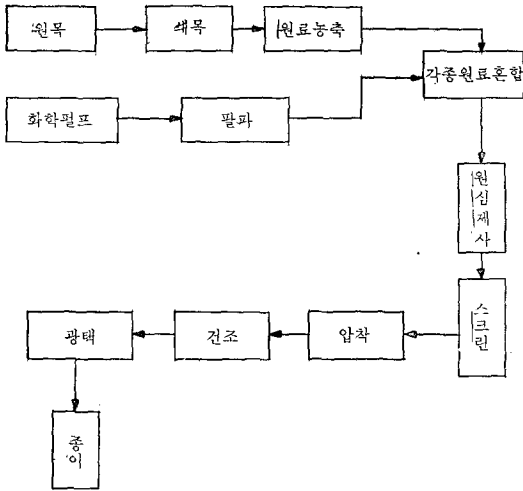


그림 3 제지 공정도

必要하다. 그림 3의 마지막 工程部分인 종이의 두께 制御에 β 線 測厚計를 使用하여 壓搾물리 入口와 出口 兩쪽에서 두께를 測定하여 그 信號를 피이드백 裝置를 通하여 調節하므로써 普通 $\pm 1\text{gr}/\text{cm}^2$ 以上の 均一하고 精密한 製品을 生産할 수 있는 制御시스템을 構成할 수 있다. 그리고 原料 및 종이의 含水量測定에 中性子の 水分

에 대한 減速性質을 利用하여 物質內의 水分을 測定하므로써 定해진 基準値와 比較하여 乾燥機를 動作시키므로써 均一한 製品을 生産할 수 있다. 또한 手動으로 造作하기 힘든 配合反應塔內의 木材 chip과 化學材料의 配合反應과 準位를 放射線 同位元素를 利用한 準位計를 使用하므로써 그 電氣의 信號를 計測하여 一定量의 配合反應이 일어날 수 있도록 自動運轉이 可能하다.

라) 化學肥料工業에의 應用

肥料工業은 國內需要充足을 위해서 比較的 大的 事業에 比해서 大規模의 施設과 限定된 工程으로 操業하고 있다. 따라서 製品의 品質向上보다는 迅速한 工程管理로서 生産量의 増大와 더불어 原價節減이 큰 關心事이다. 肥料生産工程에는 그림 4와 같이 分離塔 및 反應塔이 많다.

이 중에서 암모니아 分離塔에서 放射線測定器를 使用하여 液體암모니아 準位를 測定하므로써 암모니아 分離塔에서 氣體로 되어 있는 未反應要素와 液體암모니아를 分離시키는 動作을 自動調節할 수 있으며 또한 尿素와 窒素가스중에 있는 水分含水量을 測定하여 水分을 除去시키므로써 그 純度を 높여주는 制御를 할 수 있다. 사람이 接近하기 힘든 高温의 反應容器인 尿素

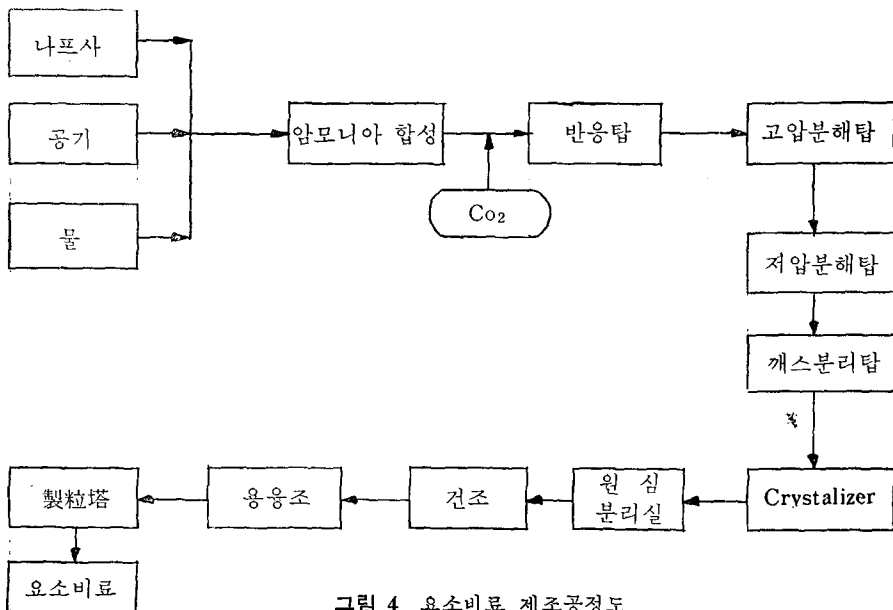


그림 4 요소비료 제조공정도

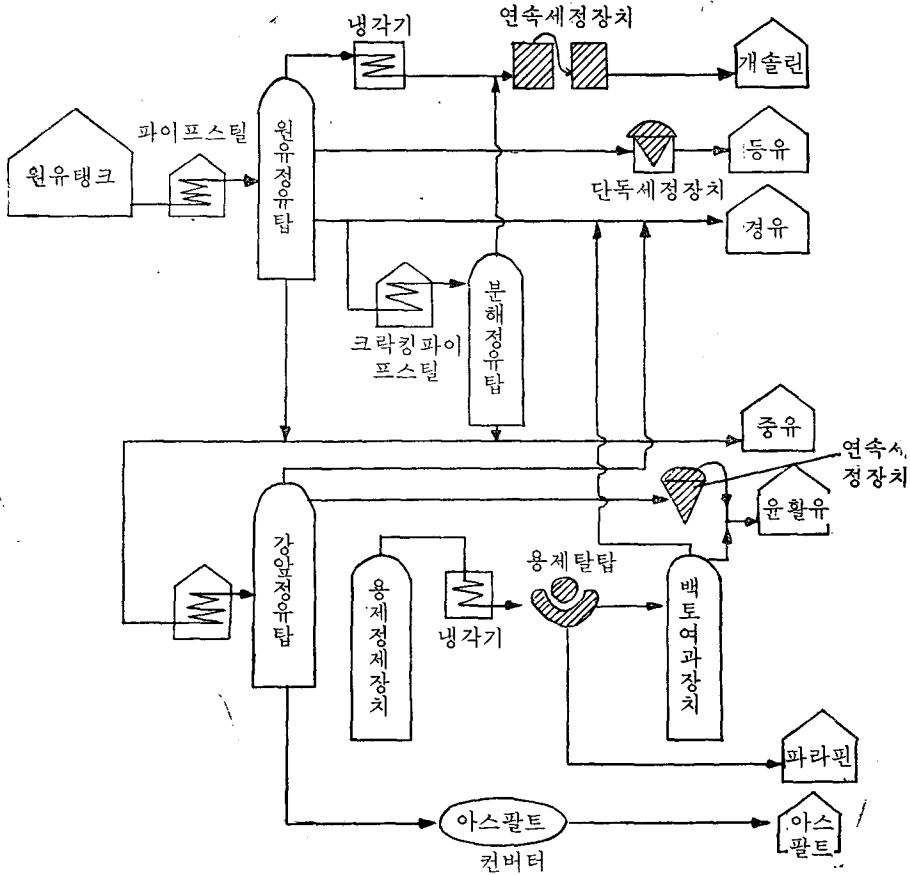


그림 5 석유의 제조공정도.

meltdrum內的 準位를 測定하고 그 信號를 피이드백시켜 自動으로 準位를 調整할 수 있다.

마) 石油化學工業에의 應用

國內 石油化學은 單純히 原油의 輸入에서 精油의 過程만 거치고 있으며 약간의 副産物을 利用處理하는 工程만을 擇하고 있다. 그림 5에서 보듯이 石油化學工程에서도 高温高压의 容器인 貯藏탱크, 上壓蒸溜塔, 其他 各種反應塔이 많은데 이 塔들의 準位를 同位元素 準位計로 測定하여 準位를 自動으로 制御할 수 있으며, 파이프 內部에 흐르는 流體의 比重을 連續的으로 測定하여 種類가 다른 기름이 流入할 때 그 比重이 變化됨을 感知하여 自動的으로 確認分離시킬 수 있다.

바) 煙草工業에의 應用

國內 煙草工業은 外國의 煙草製造施設과 方法에 비하여 많히 落後된 狀態이다. 國內煙草工業

도 外國의 境遇처럼 同位元素를 利用한 自動制御 시스템을 採擇하는 것이 바람직하다.

煙草製造工程에는 中性子 水分計를 使用하여 煙草의 水分含有量을 測定하므로써 담배의 品質을 均一하게 할 수 있으며 卷煙의 密度調整에 β線密度計를 使用하므로써 담배의 密度를 測定하고 標準値와 比較하여 恒常 標準値와 같은 密度를 갖도록 조절하고 또한 卷煙紙의 두께를 β線測厚計를 使用하여 얇은 變化를 感知하여 一定 두께로 調節함으로써 製品의 均一化를 꾀하는 過程으로 되어 있다. 그림 6은 外國의 담배製造 工程이다.

이 외에도 合板의 製造, 電線工場의 電力線 및 通信케이블 生産工程 및 纖維類製造工程等 自動制御의 適用範圍는 넓으나 여기서는 省略하기 로한다.

結 論

自動制御는 電力系統 各種生産 프란트 機械工

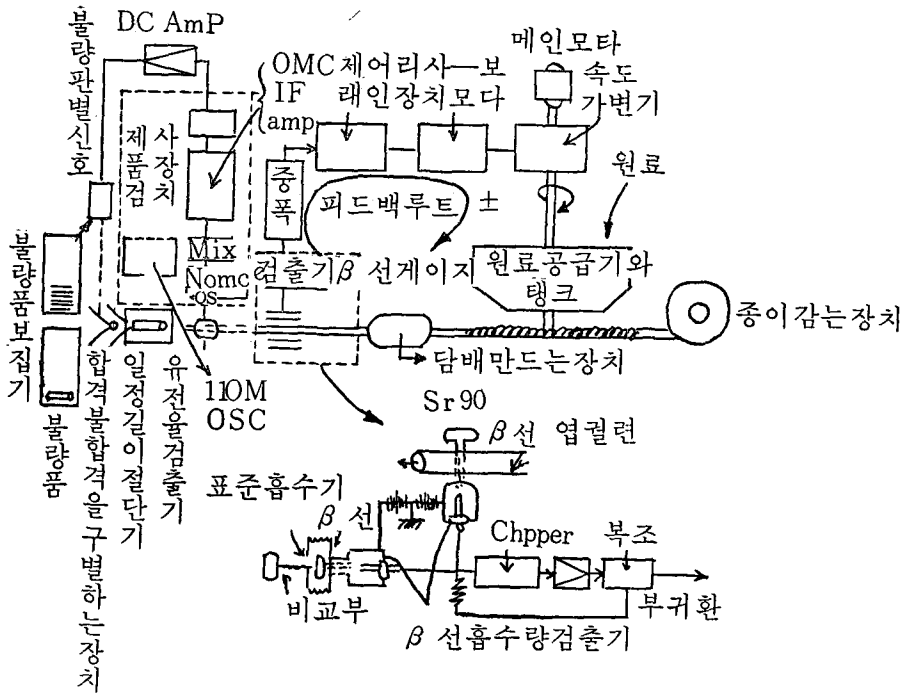


그림 6 담배 제조기

作시스템等に 積極利用되어 顯著한 效果를 發揮하여 왔다. 그러나 國內産業界에서는 아직까지도 自動制御技術을 積極導入할 만큼 成熟하지 못하고 있으며 단지 몇몇 大業體에서만 局部的인 工程에 適用하고 있을 따름이다. 그 原因은 過去 우리 産業의 落後性和 그 탈바꿈에 時間이 걸리기 때문이며 또한 많은 技術的 經濟的 어려

운 問題點을 안고 있기 때문이라고 본다. 世界的으로 볼때 오늘날의 自動制御는 電子計算機를 利用하여 制御裝置와 個個의 制御對象을 效率性 있게 制御하고 또 프란트와 시스템 全體의 經濟的 效率를 考慮하는 最適化制御로 向하는 傾向이 있으므로 이 分野의 研究과 應用으로 보다 많은 工業에의 寄與가 더욱 期待된다.