

電氣設備에서의 에너지節約

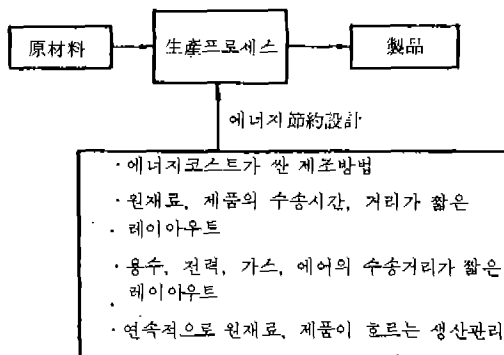
(3)

1. 에너지節約對策의 개요

공장에서의 전기설비의 에너지 절약대책의 개요에 대하여 설명한다. 공장은 물건을 생산하는 곳이며 입력으로서 원재료가 있고 출력으로서 제품이 있다. 원재료를 제품으로 변환시키는 것이 생산 프로세스이다.

근본적으로 에너지코스트의 저감을 기하기 위해서는 원점으로 돌아가 생산 프로세스 그 자체를 코스트미니멈이라는 관점에서 재검토할 필요가 있다. 생산 프로세스의 에너지 절약은 근본적으로 좌우하는 요인은 제조방법, 레이아웃, 생산관리이다. 이것을 그림1에 들었다.

전기설비는 생산 프로세스의 하나의 구성요소이며 또한 대부분이 전동력설비이므로 그 대책에 의하여 대폭적으로 생산프로세스의 에너지 절약을 달성하기는 곤란하다. 따라서 전기설비의 에너지 절약대책에서는 단독으로 고려할 것이 아니고 생산 프



(그림-5) 生産프로세스의 에너지節約設計

로세스를 구성하는 하나의 요소라는 관점에서 먼저 전체를 보고 다음에 부분을 본다는 사고방식으로 대처해야 된다.

표1에 전기설비의 에너지 절약대책을 들었다. 비교적 새로운 기술로서는 다음과 같은 것이 있다.

2. 變電, 配電設備의 에너지節約對策

변전, 배전설비는 수전한 전력을 적당한 전압으로 강압하여 부하설비에 분배하는 것으로 그 자체 전력을 소비하는 것은 아니다.

따라서 주요 에너지 절약대책은 부하에 극력 저렴한 값의 전력을 공급하는 것이다.

(1) 디맨드콘트롤

계약전력 500KW 이상의 대규모 수용가에게 적용되는 전기요금제도는 수용가의 에너지 절약 노력이 그대로 공급 코스트의 저감에 연결되므로 이것을 전기요금의 저감이라는 형태로 수용가에게 환원하려는 사고방식이 내포되어 있으며 개략체계도는 그림2와 같이 된다. 따라서 전기요금을 저감시키기 위해서는

① 계약전력의 저감
② 역률의 개선, 85%를 기준으로 할증, 할인이 있다.

③ 사용전력량의 저감
④ 요금율이 싼 전력의 사용의 방법이 있다. 그러나 안이하게 계약전력을 내려 그 계약전력을 초과하는 전기의 사용을 하면위약금

〈표-1〉 電氣設備의 에너지節約對策

設 備	主 目 的	對 策	設 備	主 目 的	對 策
변전·배전설비	경제적운전·운용	○에너지센터에 의한 에너지의 집중관리운용 ○디맨드콘트롤 ○역률콘트롤 ○마이컴, 퍼스컴에 의한 사용 전력량의 자동제측 ○변압기군의 최적운전	송풍기, 펌프	경제적인운전	○파우어코맨더의 사용 ○설비의 교환 변경(날개차교환 절삭) ○회전수 저감 ○회전수제어 ○대수제어 ○부하측조건을 고려한 자동운전
	설비, 기기의효율의 향상	○부하의 통폐합(변압기수, 전기 설수의 최적화) ○고효율변압기의 채용 ○수전전압, 배전압의 격상		컴프레서	사용압력, 사용 유량의 저감
	보기관계의 에너지절약운전	○펌프, 팬의 에너지절약운전	경제적인운전		○파우어코맨더의 사용 ○대수제어 ○토출압력점밀제어
조명설비	설비의 효율의 향상	○고효율광원, 기구의 채용 ○배전전압의격상(100V→200V)	크레인	설비효율의향상	○주행, 원상의 전자식 가변속 ○제어(1차사이리스터제어, 인버터제어)
	조도의 재검토	○조명 레벨의 재검토 ○자연채광 개선 ○기구의 저감 ○불량조명법 개선	콘베이어	경제적인 운전	○공운전방지(자동운전) ○파우어코맨더의 사용
	경제적사용	○점심시간의 소등 ○타이머, 호트센서에 의한 자동점멸 ○스위치의 다양화 ○동수의 제어 ○조광 제어	압연기	설비효율의향상	○M-G 방식의 사이리스터화 ○주기(직류기)의 교류기화 ○냉각팬의 경제적운전
			압연보기	설비효율의향상	○직류기의 교류기화
			프로세스라인	설비효율의향상	○직류기의 교류기화
			전기집진기	경제적인 운전	○간헐화전제어
			전동기사용설비일반	설비효율의향상	○절전형 전동기의 사용
공조설비(주로 패키지형)	설비, 기기의 효율의 향상	○효율이 좋은 기기의 채용		설비효율의향상	○감시, 표시장치의 전자화(CRT 디스플레이, LED램프) ○제어케이블의 다중전송화 ○제어장치의 전자화(마이컴프로 그램머블콘트롤러)
	경제적운전	○설정온도, 습도의 완화 ○필터의 정기청정의 여행 ○냉각수의 전자변에 의한 온, 오프			
송풍기 펌프	사용압력, 사용 유량의 저감	○조업조건외 재검토에 의한 저감 ○누설방지 ○방류방지		설비의 경제적 운전	○설비기기의 가동상태, 전력사용상태 집중감시 ○자동제어의 레벨업에 의한 코스트미니멈운전
	설비효율의 향상	○배관, 덕트의 저항감소 ○고압력 부하설비의 이설 ○고효율기기의 사용			

$$\begin{aligned}
 \text{電氣料金 [円]} &= \underbrace{\text{契約電力 [KW]} \times \text{基本料金率 [円/KW]} \times 1.85 \text{ 月間平均力率}}_{\text{基本料金}} \\
 &+ \underbrace{\text{使用電力量 [KWh]} \times \text{電力量料金率 [円/KWh]}}_{\text{電力量料金}}
 \end{aligned}$$

〈그림-2〉 電氣料金の 개략체계도

의 지불, 계약전력의 격상이 요구된다. 이들에 대한 방위적 대책과 적극적인 전기요금의 저감을 위해 디맨드(수요전력) 콘트롤이 필요하다. 디맨드콘트롤에 의하여 수요전력의 조절을 용이하게 할 수 있으면 부하의 야간에의 이행이나 하계 피크시 대응 등 특약요금제도에의 가입이 가능해진다.

디맨드콘트롤을 하는 장치로서 디맨드감시제어장치가 시판되고 있다. 이 장치는 30분간의 전력량을 규정치 이하로 억제하는 것을 목표로 하고 있으며 전력관리에 필요한 각종 설정, 표시(CRT화면표시) 조작, 출력신호, 일보, 월보의 작성 등의 기능을 가지고 있다. 최근의 것은 CRT화면에서 전력관리선의 결정을 할 수 있다.

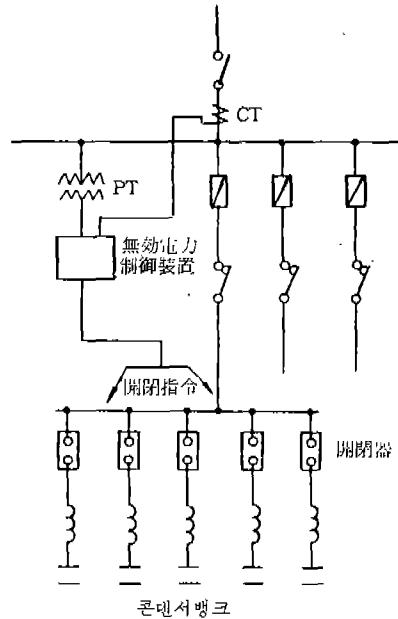
(2) 無効電力 制御裝置

부하역률의 개선으로 변압기 손실이나 배선손실이 적어지므로 사용전력량이 적어진다. 따라서 역률의 개선은 기본요금의 저감, 전력량 요금의 저감에 대하여 유효하게 된다.

이 대책으로서 역률개선 콘덴서를 고정식으로 설치하고 있는 예가 많은데 부하의 변동이 많은 경우에는 역률을 높은 값으로 일정하게 유지하기는 곤란하다. 또한 야간 등의 경부하시에는 앞선 역률이 되어 과전압이 되어 전기기기의 수명을 단축시킨다. 고역률의 안정적 유지를 위해 무효전력을 검출하여 그 값을 일정한 범위로 유지하도록 복수의 콘덴서뱅크의 개폐를 하는 무효전력 제어장치가 시판되고 있다. 이 예를 그림3에 들었다.

(3) 使用電力量 自動測定 監視시스템

공장에서는 공정별 또는 설비별의 사용전력량이나 연속조업의 경우에는 각 반별의 사용전력량을 아는 것은 에너지절약대책을 위한 제1보이며 중요하다.



〈그림-3〉 無効電力制御시스템

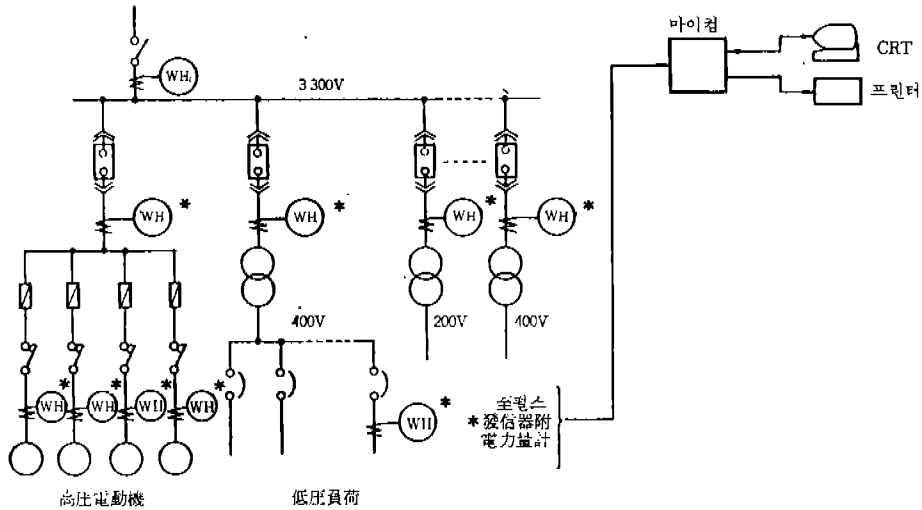
이에 대하여 최근에는 마이크로컴퓨터가 사용되며 CRT 화면에 그래픽 표시를 하거나 프린터로 조업 일보로서 인자하는 방법이 채용되고 있다. 그림4는 이 예이다.

(4) 에너지센터

B체철소의 각 생산공정에서 사용되고 있는 에너지는 원료탄, 코크스, 副生가스, 중유, LPG, 전력 증기, 산소, 질소, 압축공기, 물이 있다. 이들의 종합 에너지량으로서 조광동당 약 550~600만kcal이며 이들의 에너지를 종합적으로 집중하여 관리하는 시스템이 이른바 에너지센터이다.

에너지센터는 에너지의 수급을 관장하는 동시에 에너지 절약이나 전력절감에도 기여하며 토틀코스트미니멈을 추구하는 시스템이다. 에너지센터의 목적, 기능을 표2에, 시스템 구성예를 그림5에 들었다.

3. 電動力 應用設備의 에너지節約 對策



〈그림-4〉 使用電力量의 自動測定監視시스템

〈표-2〉 에너지센터의 目的과 機能例

목 적	기 능
에너지 수급조정	○에너지 수급계획입안 ○에너지발생, 소비의 실적데이터 수집 ○동력설비의 운전제어 ○오퍼레이션 가이드스
에너지의 효율적 운용	○전력의 디맨드몬트롤 ○발전가스의 적정배분 ○산소플랜트에서의 공기분리기의 최적운전
동력설비운전의 합리화	○집중원방감시조작
환경및 방재의 집중관리	○환경 모니터링 ○진급연락시스템

(1) 設備效率의 向上

전기설비기기의 효율은 연년이 향상되고 있으며 신설 설비에서는 이들이 적극적으로 채용되고 있다. 예를 들면

① 변압기 : 몰드형 변압기, 에너지 절약형 변압기의 채용

② 전동기 : 절전형 전동기의 채용

③ 제어장치 : 전자화된 장치의 채용(마이컴, 퍼스컴, 디지털 계장장치 등)

④ 감시, 표시장치 : 전자화된 장치의 채용(CRT 디스플레이, LED 램프 등)

⑤ 배선용 케이블 : 제어 케이블의 다중전송화(데이터 하이웨이, 리모트 I/O 등)

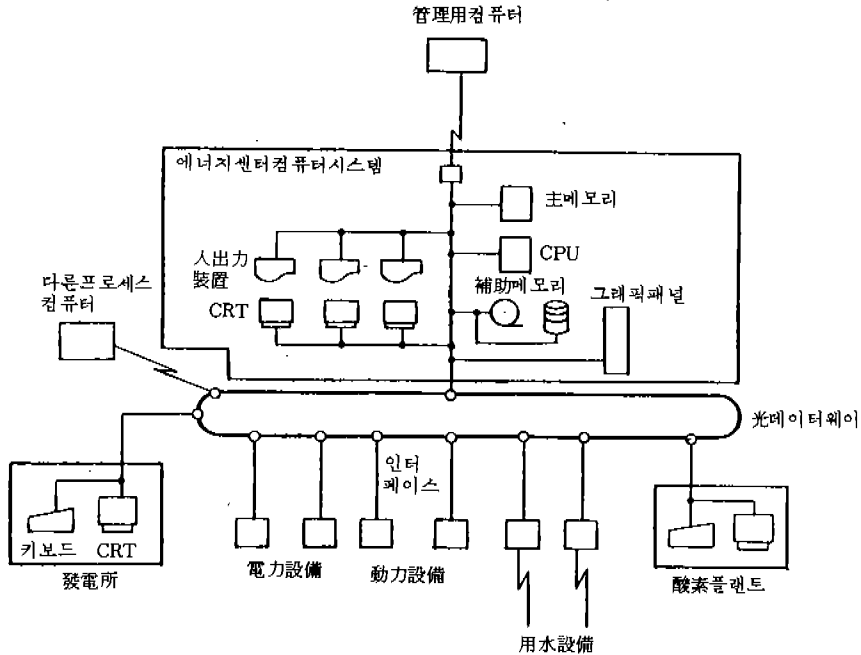
⑥ 전력변환장치 : 고효율변환장치의 채용등이다. 전기설비기기는 앞으로도 메이커의 에너지 절약의 노력이 계속될 것이고 사용자는 그것을 적극적으로 채용한다면 그 메리트를 향수할 수 있다.

그러나 설비효율의 향상만을 투자목적으로 하는 것은 재산이 맞지 않는다. 가령 직류기의 가변속제어방식으로서 워드레오나드 방식과 사이리스터레오나드 방식이 있다. 500KW의 경우 종합효율은 전자가 76% 후자가 88% 정도이며 10%포인트의 차이가 있다. 운전전력 저감의 메리트만을 목적으로 하여 워드레오나드 방식을 사이리스터레오나드 방식으로 경신하는 것은 투자기준에 맞지 않는다.

따라서 설비효율의 향상은 설비의 증설, 신설시의 설계방침으로서 권장해야 된다.

(2) 經濟的인 운전

설비의 사용전력량은



〈그림 - 5〉 에너지센터의 制御시스템例

사용전력량(KWh)

$$= \frac{\text{사용시간 (h)} \times \text{부하실동력 (KW)}}{\text{기계효율} \times \text{전동기효율} \times \text{전력변환장치효율}}$$

로 표시된다. 사용전력량을 적게 하기 위해서는 다음과 같은 방법이 있다.

- ① 사용시간을 적게 한다.
- ② 부하실동력을 적게 한다. 부하의 실동력은 하중, 유량, 속도가 낮을수록 적어진다.
- ③ 설비를 효율적으로 사용한다. 여기서의 효율이란 운전중의 평균효율로서 정격효율은 아니다. 설비는 경부하가 될수록 효율이 저하된다.

경제적인 운전이란 이들을 실현하는 것이다. 다음에 최근의 기술에 대하여 해설한다.

(a) 送風機, 펌프의 可變速制御의 보급. 송풍기, 펌프의 축동력은 회전수의 3승에 비례한다. 따라서 회전수를 내리는 것이 가장 효율적인 에너지 절약대책이다. 회전수 제어를 전기적으로 실시하는 방법으로서 수백KW 이상의 전동기에 대하여 인버터 제어가 적용되어 왔는데 중, 소용량기에는 별로 적

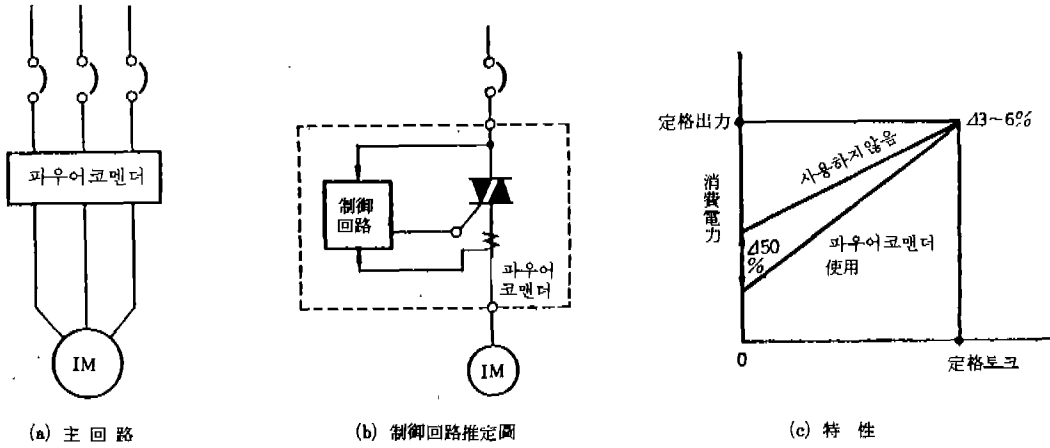
용되지 않았다. 이것은 장치가 고가이고 투자기준에 맞지 않기 때문이다. 최근에는 파워트랜지스터의 대용량화가 발달하여 200V, 70KVA의 인버터도 제작이 가능해졌고 400V, 150KW 이하의 중소용량의 송풍기, 펌프에도 인버터 제어가 적용되고 있다. 트랜지스터 인버터는 사이리스터인버터에 비하여 값이 싸고 고효율이고 병렬로 사용함으로써 3300V, 600KW 급의 전동기에도 적용이 가능하다.

(b) 誘導電動機의 에너지節約裝置

미국 NASA의 프랑크 노라씨에 의하여 우주선 내에서의 교류유도전동기(단상수백W 정도)의 에너지 소비를 억제하기 위해 「역률콘트롤러」가 개발되었다.

아메리카 코맨더 콘트롤러사의 제품을 파워코맨더라고 한다.

파워코맨더는 전압과 전류의 위상차를 보면서 최적 위상각이 되도록 전압을 변화시키는 것이다. 여자전류에 의한 역률저하 방지를 위해 전압을 스톱 한계까지 내림으로써 여자전류를 내리고 역률을



〈그림-6〉 파워어코멘더

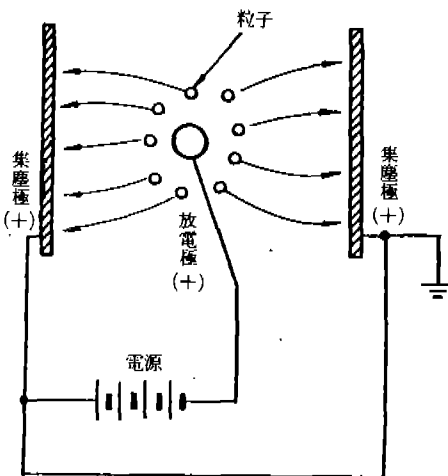
향상시키는 점에 특징이 있다. 그림 6 (a)는 주회로이며 장치의 접속단자는 주회로, 제어회로를 포함하여 3개 뿐이다. 그림 6 (b)는 제어회로 추정도이고 그림 6 (c)는 특성이다. 정격 토크 사용시에 3~6%의 전력절감, 무부하시에 50% 정도의 전력이 절감된다. 가변속제어가 적용될 수 없는 전동기에 대하여 앞으로 보급될 것으로 전망된다.

(3) 電氣集塵裝置의 間欠荷電制御

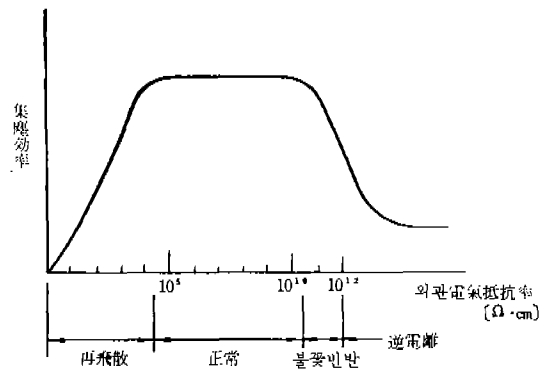
전기집진장치는 기체 속에서 부유하는 미립자에 전기력을 작용시켜 분리포집하는 장치로서 그림 7

과 같이 방전극과 집진극에 의하여 불평등전계를 만들어 코로나 방전을 이용하여 미립자에 전하를 부여하고 전계의 작용으로 집진극에 분리포집하는 것이다.

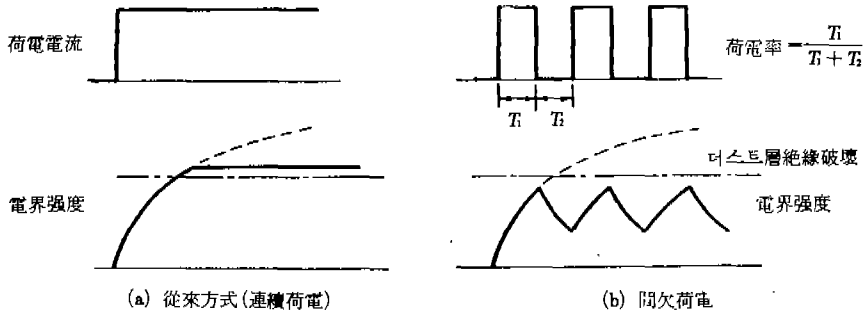
집진효율은 집진공간의 전계강도와 집진 극상에 퇴적한 더스트의 외전상의 전기저항율의 영향을 받는다. 연구에 의하면 외전상 전기저항율과 집진효율의 관계는 그림 8 과 같으며 $10^{10} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상에서 불꽃이 빈발하며 $10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상에서는 역전리가 발생하여 집진효율이 현저하게 저하된다. 역전리란 집진극에 퇴적한 더스트층이 절연층으로서 작용하며 큰 전압강하에서 절연과파가 되어 재코로나가 발



〈그림-7〉 電氣集塵裝置의 原理



〈그림-8〉 電氣抵抗率과 集塵効率



〈그림-9〉 間歇荷電制御의 原理

〈표-4〉 効率의 例

荷電率	高抵抗더스트			中·低抵抗더스트		
	1	1/3	1/5	1	1/2	1/5
集塵効率	베이스	6% 向上	13% 向上	베이스	변하지 않음	20% 減
消費電力(比率)	100	24	14	100	63	24

생하여 가스空間에 正이온을 방출하여 負電荷를 중화하는 현상이다. 전기저항이 높은 매진으로서는 석탄 화력이나 소결공장의 매진이 있다. 이들 매진을

효율적으로 포집하는 시스템으로서 間歇荷電制御 시스템이 개발되었다.

그림9에 그 원리를 들었다. 간헐하전제어는 전류를 단속적으로 인가하는 것이며 전계강도는 더스트층 절연과파 전계강도 내로 억제되므로 역전리는 발생하지 않는다.

표3은 효과의 예이다. 고저항 더스트에 대해서는 집진효율의 향상과 전력절약, 중, 저저항 더스트에 대해서는 전력절약의 효과가 있다.

(註) 此項內容은 일본의 경우를 例로 하였음

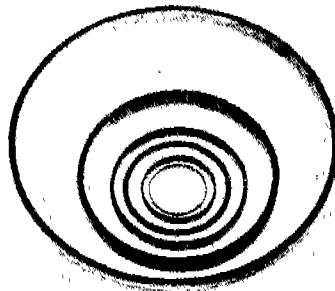
*

● 海外 新製品 ● (영국대사관 제공)

高性能의 필라멘트 링
FILAMENT RINGS BRACED FOR STRENGTH

● 메이커 : St Bernard Plastics Ltd, Lynchford Lane, Farnborough, Hampshire, England GU14 6JE.
Tel: +44 252 546164, Telex: 858893

輕量이며 전기적인 신뢰성과 耐腐蝕性이 뛰어나고 非磁性, 마이크로波 透過性 등의 뛰어난 특성을 지니고 있는 필라멘트 링이 개발되었다. 우주항공분야를 비롯한 해양구조물 및 선박, 자동차, 일반 생활용품등의 제조를 위해 폭넓게 활용되고 있는 이 필라멘트 링은 링 자체의 품질이 핵심적인 비중을 갖는 다른 종류의 고속회전장치분야에 이상적으로 적용될 수 있다. 뿐만 아니라 이들 필라멘트 링은 유리 및 에폭시레진 이외의 다양한



소재로 제조될 수 있어 각종의 특수한 산업분야에 적합한 특성을 갖도록 하는 것도 가능하다.

표준형 필라멘트 링은 內徑이 25mm인 것부터 350mm에 이르는 것까지 다양한 규격을 가지며 150°C의 고온조건에서 연속적으로 작동할 수 있는 뛰어난 성능을 보유했다. 링의 폭은 필요에 따라 적용분야의 요구특성에 적합하도록 조절될 수 있다.