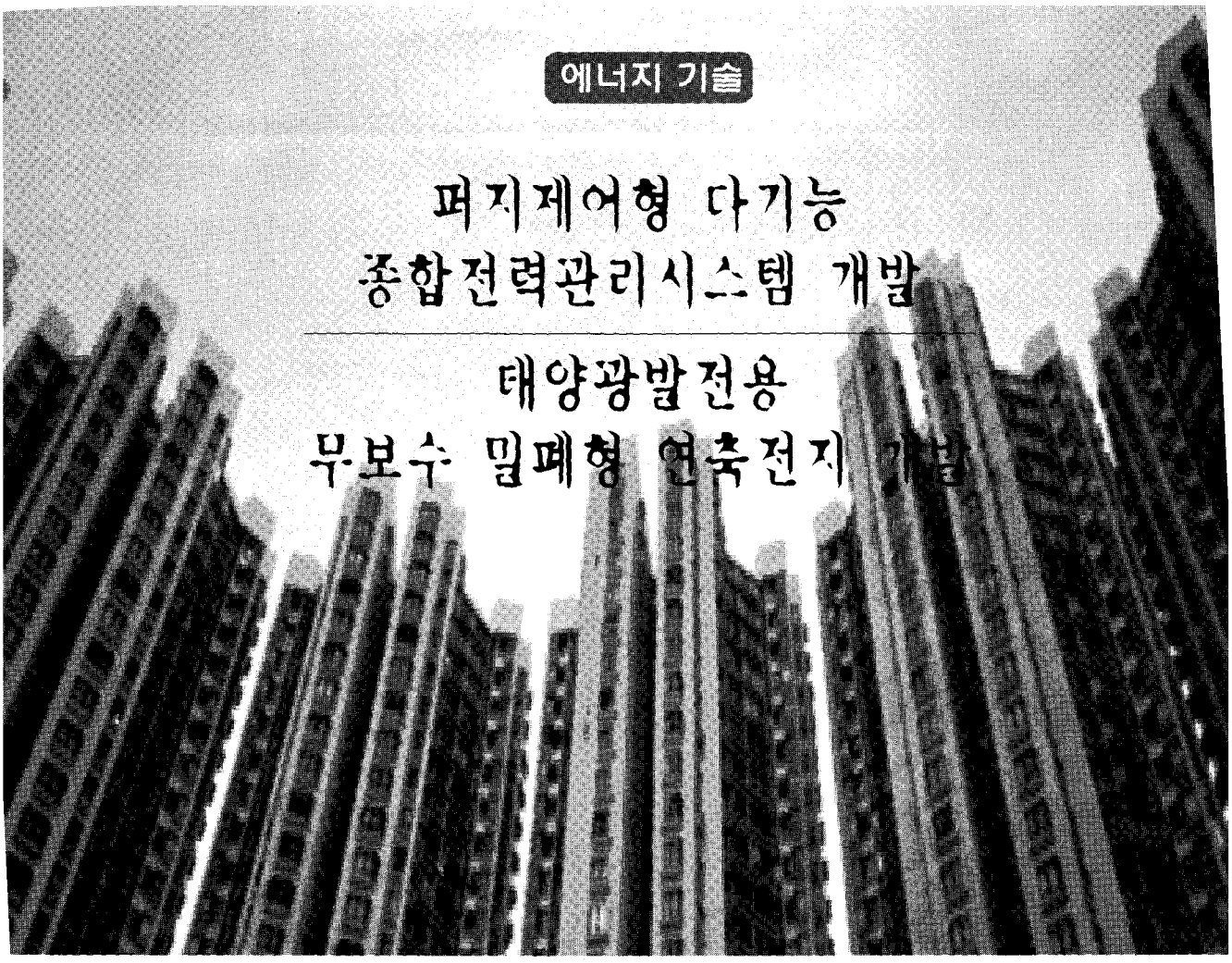
퍼지제어형 다기능 종합전력관리시스템 개발

태양광발전용 무보수 밀폐형 연축전지 개발



(A Developement of Fuzzy Controlled Power Managemant System)
(Development of VRLA Batteries for Photovoltaic Power Generation System)

기술의 개요

본 연구개발의 목표는 전력설비의 효율적 이용과 전력에너지 절감을 위한 전력관리기술을 연구하여 국내 현실에 적합하고, 전력계통 감시, 제어 및 관리 자동화를 실현할 수 있는 전력관리시스템을 개발하는데 있다.

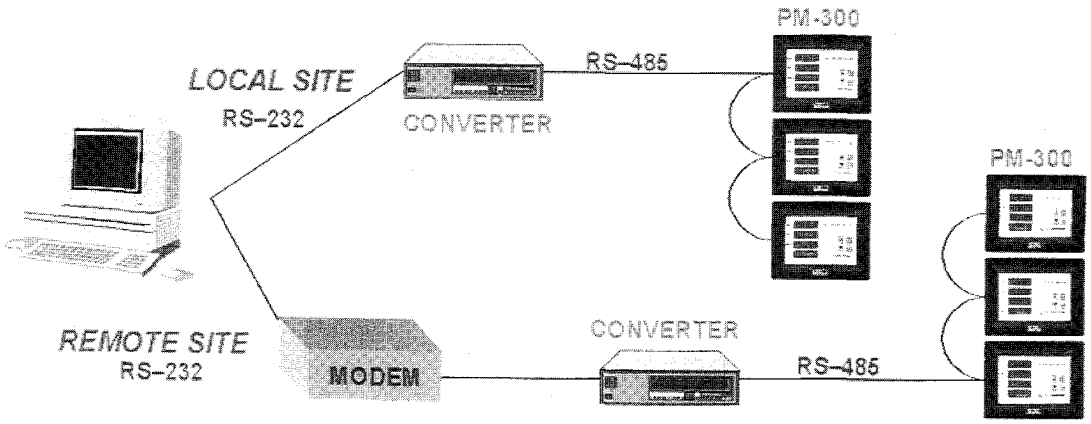
가. 전력관리기술

전력에너지 절약 및 설비효율향상 등을 위한 전력관리 감시제어 기능은 최대수요 관리, 역률 관리, 전압 관리 및 고조파 감시등의 전력관리기법을 통하여 실현될 수 있다. 이를 위한 전력관리시스템은 최대수요를 목표전력(계약전력)이하로 유지되도록 부하를 자동제어, 높은 역률이 유지되도록 자동으로 콘덴서를 개폐, 변압기의 탭절환을 통한 일정전압의 유지 및 설비보호를 위한 고조파감시 기능을 구비한다.

개발된 전력관리 알고리즘은 인간의 사고방식을 모방한 퍼지 알고리즘을 도입하여 오동작 및 제어 횟수를 줄이고 효율적인 전력관리가 실현되도록 한다.

퍼지제어형 다기능 종합전력관리시스템 개발

네트워크연결모식도



나. 전력관리시스템의 특징

· 다양한 전기량 측정을 하나의 계측기에 통합하여 고정밀도 측정

· RS-232/RS-485 통신포트에 의한 원격 및 제어관리 실현

· 퍼지 알고리즘 도입에 의한 효율적인 제어 실현

· 고속 샘플링을 전력 품질 분석과 63차 까지의 고조파 분석

· 계측 데이터의 순시저장에 의한 취득 데이터 관리

연구내용 및 결과

가. 전력관리 제어기술 개발

· 최대수요 제어

예측전력의 수요시한에 민감도를 퍼지 알고리즘에 의하여 조절하는 형식의 제어 알고리즘을 개발하여 최대수요가 설정값 이상으로 예상되면 경보 및 제어를 수행하여 수용가의 목표전력이 초과하지 않도록 해당 부하를 제어하여 원하는 목표전력 유지하도록 하였다.

· 전압제어

변압기 2차전압을 감시하여, 설정전압과의 편차신호를 사용 OLTC 변압기의 탭을 퍼지 제어 알고리즘에 의한 판단을 통하여 전압조정 계전기로 자동절환하여 적절한 전압을 공급하도록 하였다.

· 역률제어

계통 무효전력 또는 역률을 계측하여, 퍼지제어알고리즘에 의한 판단을 통하여 진상콘덴서를 개폐함으로써 역률을 최적인 상태(95% 이상)로 제어하도록 하였다.

나. 시스템 구성

전력관리시스템의 구성은 현장의 변전실에 설치되는 전

력감시제어장치와 호스트시스템으로 구성된다. 감시제어기와 호스트시스템은 RS-232/RS-485통신포트를 통해 연계되며, 감시제어장치에서 측정 및 저장된 데이터를 호스트시스템에서 수집, 관리하도록 하였다.

다. 고정밀도의 측정기술 개발

3상 전압 및 전류의 순시값만을 취득하여 전압 및 전류의 실효치, 유(무)효전력, 유(무)효전력량, 주파수, 역률, 디맨드 등의 각종 전기량을 마이크로프로세서에 의한 연산으로 처리하는 고속, 고정밀도의 측정알고리즘을 개발하였다.

아. 운용 소프트웨어 개발

전력감시제어장치와 연계된 데이터를 그래픽으로 표시하며, 전력품질 분석 및 고조파 분석, 전력부이분석, 이벤트 기록, 최대전력데이터 관리 및 원격셋업 등의 가능 구비

성과 및 활용가능분야

가. 에너지 절약(대체, 청정, 자원)효과

· 전력품질 개선 및 전력단가 저하, 최대전력 수요저감을 통한 6-7% 절약 가능

나. 기대되는 성과

· 최대전력 수요억제 및 전력사용 합리화

· 전력품질 실시간 추적, 기기 생산성 개선 및 고조파 저감

· 시스템 문제예측과 대처(정전시간 단축, 사고위치 정밀선정, 운전자에 경보)

다. 활용가능분야

· 공장, 빌딩 등 전력소비 다수용가

· 유사 계측제어시스템 연구개발에 활용

태양광발전용
무보수 밀폐형 연축전지 개발

(Development of VRLA Batteries for
Photovoltaic Power Generation System)

기술의 개요

가. 기술 개발 배경

태양광 발전용 전력 저장 장치로 사용되어온 기존의 개방형 연축전지인 SPS type 연축전지를 사용한 태양광 발전용 시스템의 운전결과 몇가지 문제점이 지적되었으며, 다음과 같이 크게 세가지로 요약할 수 있다. 첫째, 개방형 연축전지는 유지 및 관리가 불가피하며, 둘째, 제한된 공간내에 증가된 부하를 만족할 수 있도록 연축전지의 용량 증가가 어렵고, 셋째, 개방형 연축전지는 사용 장비의 손상과 유지 보수의 문제점으로 원격제어가 어렵다는 것이다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해, 개방형 연축전지를 대체할 태양광 태양광 발전용 밀폐형 연축전지의 개발이 요구되었다.

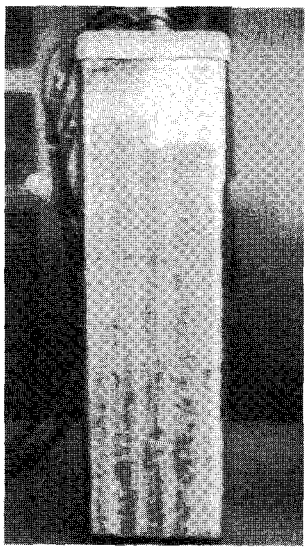
나. 기술의 특징

· 전해액이 비유동형으로 누액의 염려 없음.

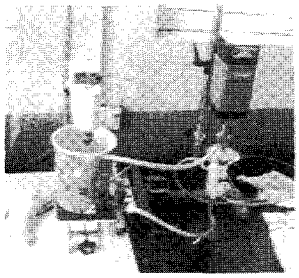
· 수명이 다할 때까지 유지, 보수가 불필요한 무보수 밀폐형이다.

· 대당 전지용량(Ah)이 대용량이면서 설치 공간이 협소

태양광 발전용
무보수 밀폐형 연축전지 개발



태양광 발전용
무보수 밀폐형 연축전지



비유동성 전해액 제조 장치
(시험실 규모)

한 장소에서 대용량 적재가 가능한 Position free형이다.

• 기존 밀폐형 연축전지(AGM)의 사용수명은 짧으나, 개발된 밀폐형 연축전지의 사용수명은 개방형 연축전지와 대등한 장수명(DOD 50%/5hr, 1000cycles 이상) 형이다.

• 사용중 산무(황산 가스) 발생이 적어 주변 사용기기의 부식이 적다.

• 원격제어가 가능한 (유지, 보수가 불필요) 전력저장 시스템을 구성할 수 있다.

연구내용 및 결과

가. 연구내용

• 전해액의 비유동화 기술

일반적으로 연축전지를 밀폐화하기 위한 전지 높이의 한계는 270mm로 알려져 있다. 이러한 제한 요인은 주로 연축전지내 황산전해액의 높이에 따른 황산전해액 비중 차이(성층화) 문제에서 기인한다. 즉, 연축전지내 황산전해액의 성층화는 전지내 전극의 부분적인 사용을 유발하고, 이로 인해 전지 수명이 단축된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 전해액의 비유동화 기술이 요구된다.

기존의 태양광 발전용 개방형 연축전지는 액상의 황산 전해액을 사용하기 때문에 전지를 눕혀서 사용할 수 없다. 따라서 전지를 설치할 경우, 1단 적재만이 가능하다. 그러나 전지내 전해액의 유동성을 없앰으로써 전지를 눕혀서 사용하는 것이 가능하고 다단적재가 가능하여 설치 면적당 에너지 밀도를 기존에 비해 최소 2배 이상 높일 수 있다.

• 고에너지 밀도 설계 & 대용량화 기술

지금까지 다른 종류의 축전지에 비해 에너지 밀도는 낮거나, 가격이 저렴한 이점으로 인해 연축 전지가 많이 사용되어 왔다.

그러나 태양광 발전용으로 사용하기 위해서는 좁은 설치 공간에 많은 양의 전력을 저장할 필요성이 있기 때문에 전지의 단위 체적당 에너지 밀도를 높이는 기술이 요구된다. 이러한 기술은 전지의 고에너지 밀도 설계 기술과 전지의 대용량화 기술이 필요하다.

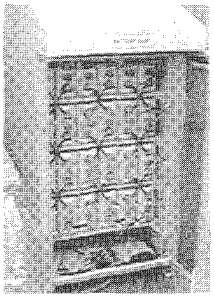
• 장수명화 기술

연축전지의 장수명화는 매우 까다로운 기술중의 하나이다. 에너지 밀도를 높이면서 전지의 수명을 장기화하는 것은 매우 힘든 기술이다. 우선, 전지의 사용목적 및 특성에

태양광발전용
무보수 밀폐형 연축전지 개발

적합하도록 설계되어야 하고, 이 설계의 요구특성에 적합한 구성용품이 구성될 때, 전지의 제성능 및 장수명을 기대할 수 있다.

연축전지의 구성 부품은 고농도의 황산전해액에 노출되어 있다. 그리고 충·방전이 이루어지는 관계로 전기화학



1kW급 태양광 발전용
전력 저장 시스템

적으로도 불안정한 환경에서 사용되므로 전기적, 화학적으로 안정한 구성 부품을 사용해야 한다.

연축전지에서 사용되는 전극 집전제는 부식에 의한 손상으로 전지의 수명이 다하는 경우가 많으므로 우수한 내식성 합금을 전국 집전체로 사용해야 하고, 내부 쇼트를 유발하는 성장(Dendrite)을 억제하는 전극조성 활물질 개발이 필요하다.

앞서 설명한 기술을 바탕으로 개발된 태양광 발전용 무보수 밀폐형 연축전지는 방전심도 50%/5Hr, 사이클 수명 1300회 이상의 성능을 보였으며, 지금도 전지 수명 종료까지 사이클 수명시험이 진행중이다. 그리고 환경시험을 위하여 1kW급 Potovoltaic Module과 연결하여, 1kW Pilot 태양광 발전 시스템을 구축하여 시운전 중이다.

성과 및 활용가능 분야

가. 에너지 절약(대체, 청정, 자원)효과

산간 벽지에서의 디젤발전을 대체한 태양광 발전 시스템의 발전 비용은 디젤발전 운영비의 35% 수준(태양광 발전 5~6년 기준)

나. 환경편익성

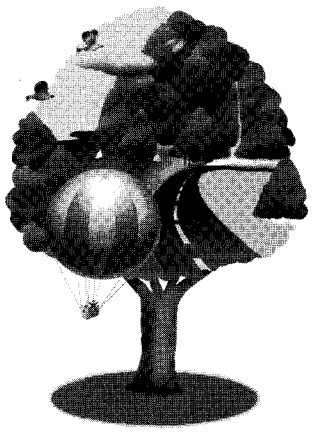
· 기존 개방형 연축전지에서 발생하는 산무
(황상가스)발생량을 90% 이상 감소시킴
· 황산 전해액 누액 : 기존연축전지(有) → 개발연축전지(無)

다. 수입대체 효과

현재 태양광 발전용 무보수 밀폐형 연축전지를 국외로부터 수입하여 사용한 경우는 없으나, 필요시 수입품을 대체할 수 있다.

라. 활용 가능 분야

독립 발전(태양광 발전, 풍력 발전) 시스템의 전력 저장 장치 및 계통 연계형 발전 시스템의 전력 저장 장치

기타

현재 보급화를 위한 실용화 기술 연구가 4차년 계획으로 진행중이다.