

A close-up photograph of a bamboo pipe pouring water into a glass. The bamboo pipe is light green and has a smooth, polished interior. Water is being poured from the pipe into a clear glass, creating a small splash. The background is a soft, out-of-focus light blue and green. A dark teal horizontal bar is overlaid across the middle of the image, containing the title text.

VRFB 이차전지 개요 및 기술개발 동향

전력저장 장치의 필요성

- 전력 효율적, 계획적으로 활용 및 신재생 에너지의 보급을 위해 전력저장 장치 필요
- ESS 시장은 향후 10년간 시장의 급성장으로 2020년 약 50조원의 세계 시장 형성 예상

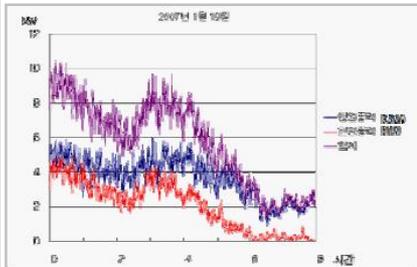
전력저장의 필요성

● 전력저장 장치로 Peak 대응 송배전 투자비 절감 가능

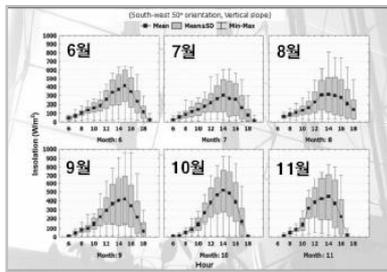
- Peak 수요감안 10% 예비전력 규모 건설
- 발전설비 평균 가동율 70% 수준
- 예비전력 생산비용은 기저전력 대비 2.7배 높음

● 신재생 에너지 활용도 제고

<풍력발전 출력변화>



<태양광 출력 변화>



ESS 시장 전망



[Source] Pike Research, Fuji Keizai, Gartner, SDI Marketing

- ESS 시장은 현재 태동기로 선진국을 중심으로 사업화를 통한 시장 형성 단계
- 전력망 산업, 신재생에너지 보급, 탄소 배출량 저감 등 국가적 에너지 산업의 확산에 핵심 산업으로 부각
- 향후 10년간 시장의 급성장 예상
 - 2010년 2조원
 - 2020년 약 50조원 (25배 성장 예상)

전력저장 이차전지 종류

- 다종류의 이차전지 중 LiB, Redox Flow battery, NaS battery가 전력저장용 이차전지로 사용 가능 → Redox Flow Battery의 경우 대용량 전력저장 이차전지로 최근 가장 각광 받고 있음

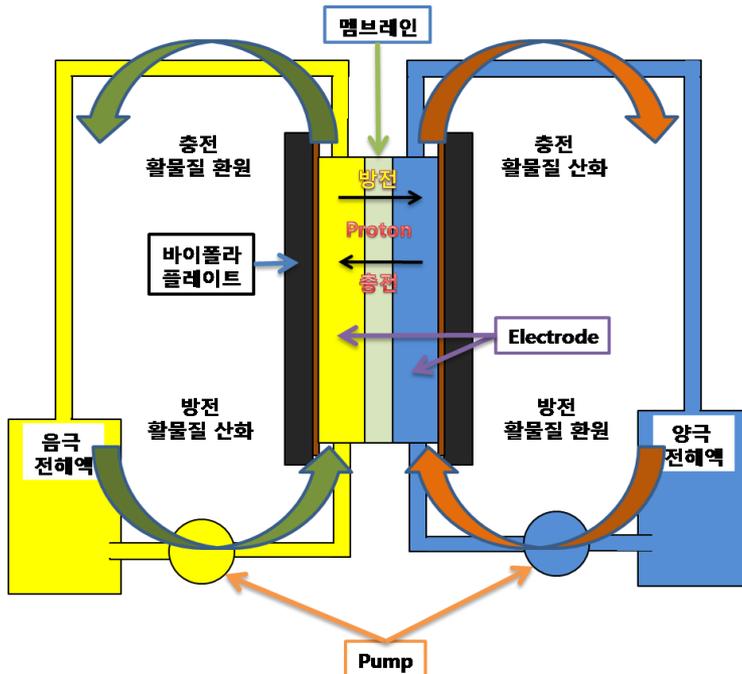


| | Main application | Characteristic |
|------------|---------------------|--|
| LiB | Mobile IT, EV & ESS | <ul style="list-style-type: none"> Nominal Voltage : 3.6V High energy density Safety issue |
| Ni-MH | HEV | <ul style="list-style-type: none"> Nominal voltage : 1.2V Outstanding safety |
| Lead Acid | Vehicle, UPS | <ul style="list-style-type: none"> Nominal voltage : 2V Toxic & Lower energy density Low cost |
| Super-Cap | UPS | <ul style="list-style-type: none"> Fast charge/discharge Good cycle life Lower energy density |
| NaS | ESS | <ul style="list-style-type: none"> High capacity Abundant resources Safety Issue |
| Redox-flow | ESS | <ul style="list-style-type: none"> High capacity Lower energy efficiency & density |

RFB 이차전지 개요

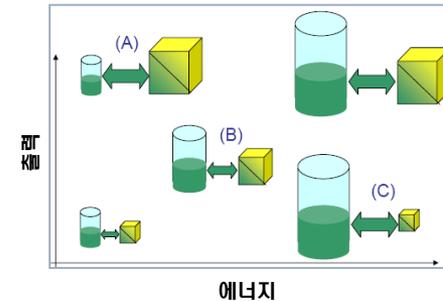
- 전해액내 금속 이온들의 산화·환원 전위차를 이용하여 전기에너지를 축적하는 저장 매체
- → 용량 및 출력 설계 자유도가 높으며 이론적으로 반 영구적 사용 가능
- → 낮은 에너지 밀도 및 효율 개선 필요

RFB 구조

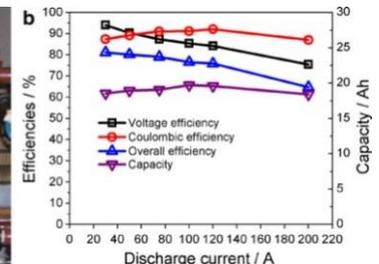
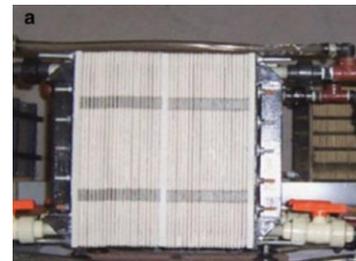


RFB 특징

- Redox flow battery 장점
 - **高 내구성** (원리적으로 15년 이상 가능)
 - **용량 및 출력 설계 자유도가 높음**



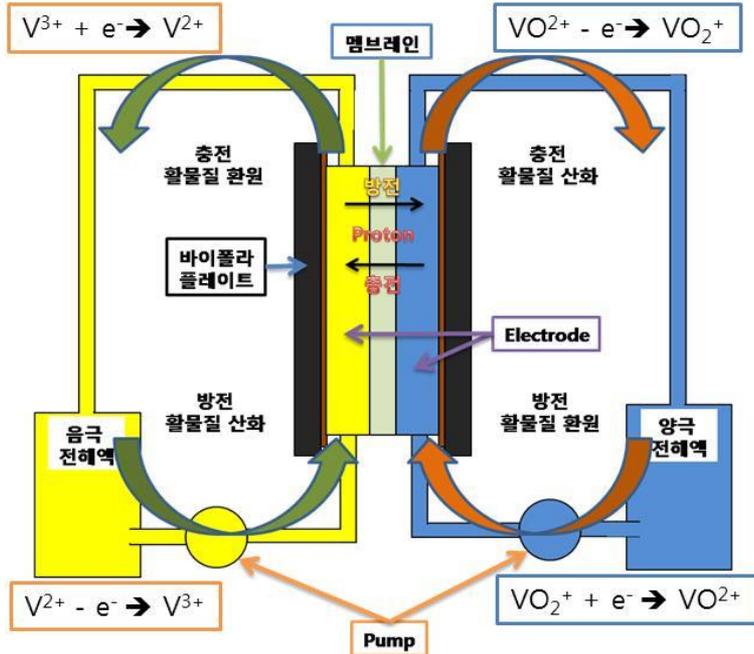
- Redox flow battery 단점
 - **낮은 에너지 효율 (70 ~ 80%)**



VRFB 개요

- 호주 NSW(New South Wales 대학)의 Kazacos교수에 의해 개발
- 양극 : V^{4+}/V^{5+} , V^{2+}/V^{3+} 커플 반응 이용
- 높은 에너지 효율 및 낮은 Ion crossover, 이온 교환막 가격이 높으며 전해질 제조 과정 복잡

V/V RFB 구조



V/V 기술 개발 현황

Prudent Energy



→ 5~10kW급 VRFB를 2008년부터 미국, 인디아, 독일, 한국 등에 설치하여 실증사업

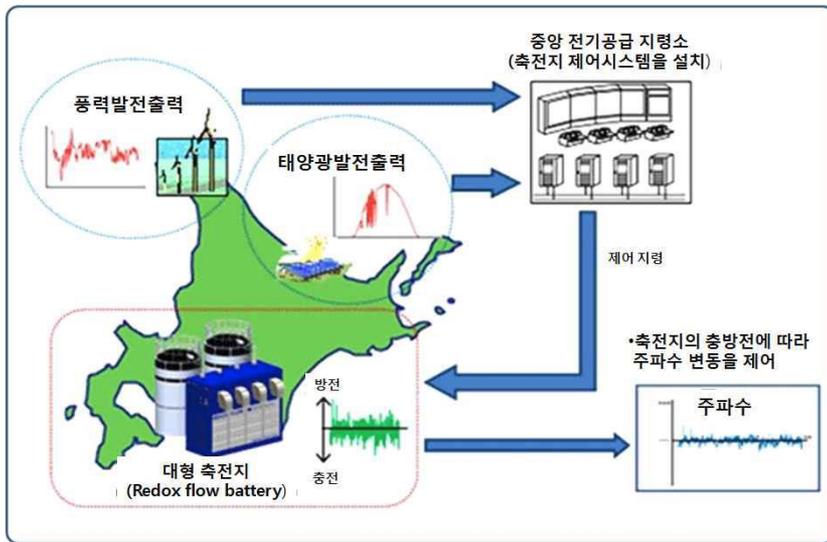
Smitomo Electric



Sources : Business Wire

→ 세계 최대 규모 실증 (일본 요코하마 work site)

VRFB 기술개발 동향-스미토모

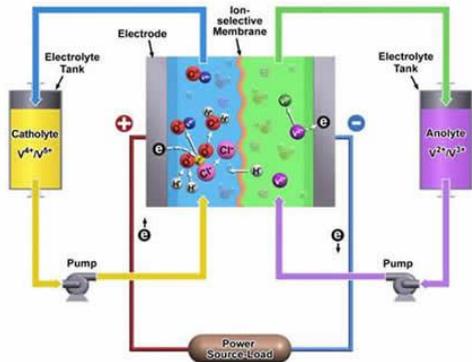


- 2012년 부터 200kW 태양광 발전 계통 연계형으로 요코하마 워크 site에 1MW/5MWh VRFB 설치 및 실증 사업 진행 중
- 2013년 홋카이도 전력과 공동으로 세계 최대 규모 (60MWh) VRFB를 풍력 및 태양광 발전기와 연계하여 전력을 저장하고 전력 품질을 향상시키는 연구를 수행하고 있음
- 2016년 호주의 Carnegie team과 스미토모 전기는 EMD(Energy Made Clean)라는 조인트 벤처를 만들어 호주의 micro-grid에 VRFB를 적용하기 위한 초석을 다지기도 하였음



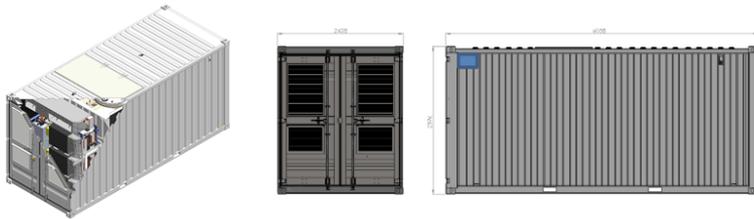
VRFB 기술 개발 동향- UniEnergy

UniEnergy Technology

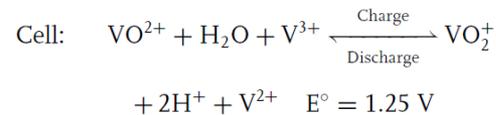
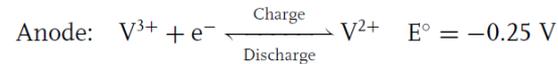
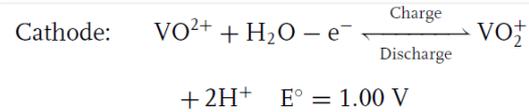


Sulfate-chloride based complex chemistry

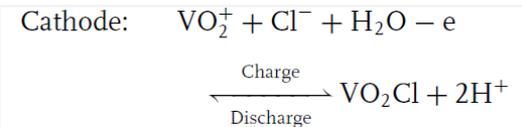
Model : ReFlex



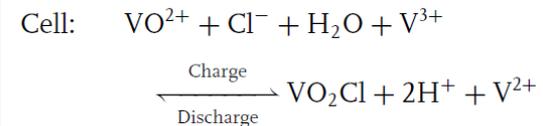
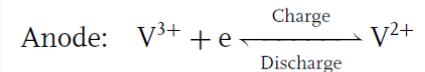
| ELECTRICAL | | | |
|---------------------------|---|----------------------|---------------------|
| PEAK POWER | 120 kW _{AC} | | |
| MAXIMUM ENERGY | 500 kWh _{AC} | | |
| DISCHARGE TIME | 2h | 4.5h | 8h |
| POWER | 120 kW _{AC} | 100 kW _{AC} | 60 kW _{AC} |
| AC (Roundtrip) EFFICIENCY | ≈ 70% | | |
| VOLTAGE | 400 VAC -15% to 480 VAC +10% | | |
| CURRENT THD | < 5% THD | | |
| SELF-DISCHARGE | Max < 2% of stored energy | | |
| RESPONSE TIME | < 100 ms – Ramp from 0 to 100% of rated discharge power | | |



<상용 전해질>



<UET 전해질>



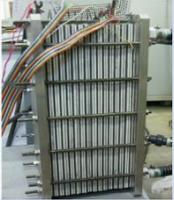
FRI
09
DEC
2016

UET to Deliver ReFlex Energy Storage System to Las Positas College Microgrid

The UET ReFlex system will initially include one, 100 kilowatt (kW)/ 500 kilowatt hour (kWh) advanced vanadium flow battery, to support an existing 2.35 megawatt (MW) solar array and 3200 ton/hour ice storage system. The college has the option to purchase and install an additional ReFlex battery at a future date. The ReFlex, "plug and play" by design, will integrate with software provided by Geli for collaborative microgrid management. Geli's product delivers intelligent energy applications such as microgrid management and demand response. The project is managed by WSP|Parsons Brinkerhoff and funded in part by a \$1.5 million grant from the California Energy Commission.

VRFB 스택 기술 개발 현황

- 기존 선진사 RFB 기술 개발 현황 분석 결과 VRFB 스택 효율은 약 70 ~ 80% 수준
- 에너지 이용 효율을 높이기 위해서는 VRFB 스택 에너지 효율이 높아져야 함

| | Sumitomo (일) | Prudent (중) | GEFC (중) | PNNL (미) | Fraunhofer (독) | DICP (중) |
|--------------|---|---|--|---|---|---|
| 스택 |  |  |  |  |  |  |
| Redox Couple | V/V | V/V | V/V | V/V | V/V | V/V |
| 출력 | 1.8 kW | 6kW | 5kW | 1kW | 1kW | 1kW |
| 셀 수 | 20 cell | 40 cell | 40 cells | 15 cell | 20 cell | 14 cell |
| 전극면적 | 500 cm ² | 1,500 cm ² | 1,250 cm ² | 780 cm ² | 700 cm ² | 875 cm ² |
| 방전 전류밀도 | 140 mA/cm ² | 80 mA/cm ² | 80 mA/cm ² | 80 mA/cm ² | 60 mA/cm ² | 70 mA/cm ² |
| 에너지효율 | 80.0 % | 75.0 % | 75.0 % | 83.0 % | 70.0 % | 78.0 % |
| 전압효율 | 83.0 % | - | - | 87.0 % | 78.0 % | 90.0 % |
| 전류효율 | 96.0 % | - | - | 95.0 % | 90.0 % | 87.0 % |

A close-up photograph of a bamboo tube being used as a water container. The tube is tilted, and a stream of clear water is pouring out from its opening into a glass. The background is a soft, out-of-focus light blue and green. A dark teal horizontal band is overlaid across the middle of the image, containing the text "Thank You!".

Thank You !