	VIETTEL AI RACE	TD091
	Pin Năng Lượng Rắn (Solid-State Battery) Và Cuộc Cách Mạng Trong Lưu Trữ Năng Lượng Tương Lai	Lần ban hành: 1

1. Giới thiệu

Pin năng lượng rắn (Solid-State Battery – SSB) được xem là bước tiến quan trọng trong ngành lưu trữ năng lượng, hứa hẹn **mật độ năng lượng cao, độ an toàn vượt trội** và **tuổi thọ dài** so với pin lithium-ion truyền thống. Thay vì sử dụng chất điện phân lỏng dễ cháy, pin thể rắn dùng **chất điện phân rắn**, mở ra tương lai cho xe điện, thiết bị di động và lưới điện lưu trữ quy mô lớn.


2. Pin thể rắn là gì?

Pin thể rắn (Solid-State Battery) là một bước tiến công nghệ đột phá trong ngành lưu trữ năng lượng, với cấu trúc hoàn toàn khác biệt so với pin truyền thống. Thay vì sử dụng chất điện phân dạng lỏng như trong pin Lithium-ion, pin thể rắn dùng chất điện phân ở trạng thái rắn – đây chính là điểm khác biệt cốt lõi tạo nên loạt lợi thế vượt trội về hiệu suất, độ an toàn và mật độ năng lượng.

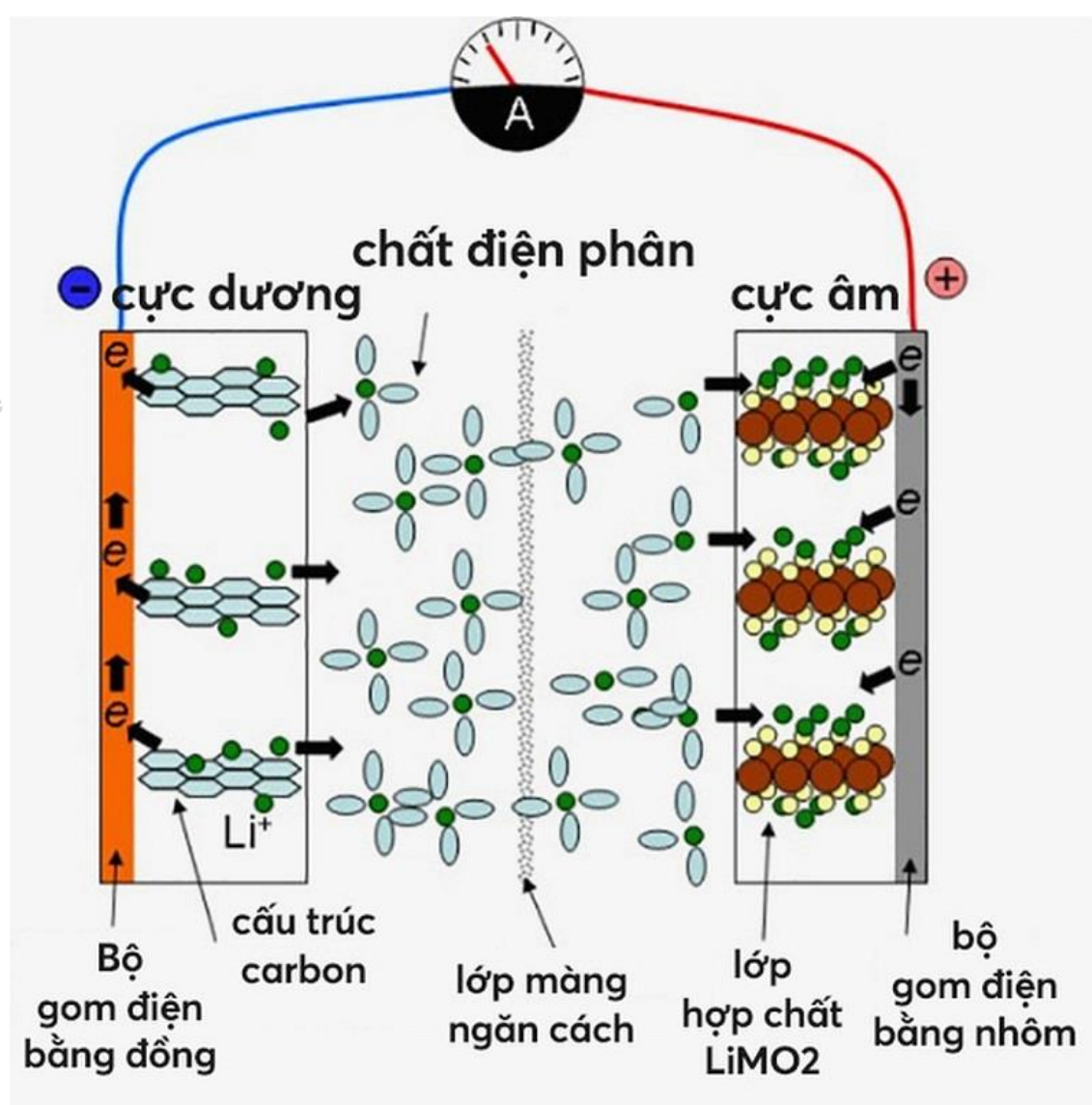
Chất điện phân rắn có thể là các hợp chất gốm, polymer, sulfide hay oxide... đóng vai trò trung gian truyền dẫn các ion lithium giữa hai cực âm (anode) và cực dương (cathode). Trong quá trình sạc, ion lithium di chuyển từ cực dương sang cực âm, và ngược lại trong quá trình phóng điện – quy trình này sinh ra dòng điện cung cấp năng lượng cho thiết bị.

3. Cấu trúc và nguyên lý hoạt động

- **Cực dương (Cathode):** Thường làm từ oxit kim loại chứa lithium.
- **Cực âm (Anode):** Có thể sử dụng lithium kim loại tinh khiết, tăng đáng kể dung lượng.
- **Chất điện phân rắn:** Gốm, polymer hoặc sulfide dẫn ion, thay thế hoàn toàn dung dịch lỏng.

	VIETTEL AI RACE	TD091
	Pin Năng Lượng Rắn (Solid-State Battery) Và Cuộc Cách Mạng Trong Lưu Trữ Năng Lượng Tương Lai	Lần ban hành: 1


- **Cơ chế truyền ion:** Ion lithium di chuyển qua chất điện phân rắn trong quá trình sạc/xả, tương tự pin truyền thống nhưng an toàn hơn và giảm kháng nội.



Hình ảnh mô phỏng cấu tạo của pin ở thể rắn

4. Ưu điểm vượt trội

- **Mật độ năng lượng cao:** Có thể đạt mức 400–500 Wh/kg, tăng 50–80% so với pin lithium-ion.

	VIETTEL AI RACE	TD091
	Pin Năng Lượng Rắn (Solid-State Battery) Và Cuộc Cách Mạng Trong Lưu Trữ Năng Lượng Tương Lai	Lần ban hành: 1

- **An toàn:** Không chứa dung dịch dễ cháy, giảm nguy cơ cháy nổ.
- **Sạc nhanh:** Đặc tính điện hóa ổn định cho phép sạc đầy trong thời gian ngắn.
- **Tuổi thọ dài:** Giảm hình thành dendrite, kéo dài số chu kỳ sạc lên hàng nghìn lần.
- **Hoạt động trong dải nhiệt rộng:** Hiệu suất tốt ngay cả ở nhiệt độ thấp.


5. Ứng dụng thực tế

- **Xe điện (EV):** Gia tăng quãng đường di chuyển, giảm thời gian sạc và tăng độ an toàn.
- **Thiết bị điện tử di động:** Kéo dài tuổi thọ pin cho điện thoại, laptop, thiết bị đeo.
- **Lưu trữ năng lượng tái tạo:** Ổn định lưới điện, tích trữ điện từ gió và mặt trời với chi phí thấp hơn.
- **Hàng không và vũ trụ:** Giảm trọng lượng và tăng độ tin cậy cho vệ tinh và máy bay điện.

6. Thách thức triển khai

- **Chi phí sản xuất cao:** Quy trình chế tạo và vật liệu tiên tiến (như gốm sulfide) đòi hỏi công nghệ phức tạp.
- **Giao diện điện cực – điện phân:** Tiếp xúc kém có thể làm giảm hiệu suất và tuổi thọ pin.
- **Quy mô công nghiệp:** Cần dây chuyền sản xuất hàng loạt ổn định và đồng nhất.
- **Vấn đề dendrite:** Dù giảm nhiều, vẫn cần kiểm soát để ngăn lithium hình thành sợi dẫn điện gây chập.

7. Tiến bộ nghiên cứu

	VIETTEL AI RACE	TD091
	Pin Năng Lượng Rắn (Solid-State Battery) Và Cuộc Cách Mạng Trong Lưu Trữ Năng Lượng Tương Lai	Lần ban hành: 1

- **Toyota và QuantumScape:** Công bố pin thể rắn mẫu có mật độ năng lượng gấp đôi pin lithium-ion.
- **Samsung Advanced Institute:** Thiết kế lớp phủ bạc-carbon để cải thiện tiếp xúc điện cực.
- **Viện nghiên cứu châu Âu:** Khám phá chất điện phân sulfide cho khả năng dẫn ion cao và linh hoạt cơ học.


8. Tác động kinh tế – xã hội

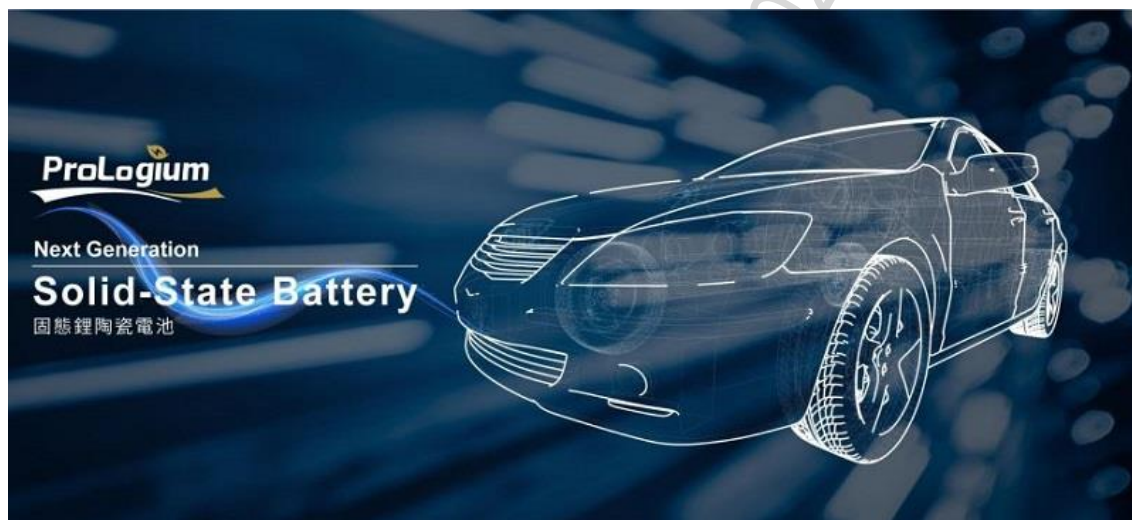
- **Thúc đẩy xe điện toàn cầu:** Giảm chi phí và tăng phạm vi di chuyển, đẩy nhanh quá trình khử carbon.
- **Giảm ô nhiễm môi trường:** Tuổi thọ dài và khả năng tái chế cao giảm rác thải pin.
- **Ổn định lưới điện xanh:** Hỗ trợ tích hợp năng lượng tái tạo quy mô lớn, giảm phụ thuộc nhiên liệu hóa thạch.

9. Pin thể rắn trong tương lai

Với ưu nhược điểm pin thể rắn, loại pin này đã và đang được cân nhắc ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau trong cuộc sống. Trong đó, [pin thể rắn được kỳ vọng sẽ làm thay đổi ngành công nghiệp xe điện](#). Nó cho phép xe điện thu gọn được tối đa diện tích và giảm trọng lượng của xe xuống tới mức thấp nhất. Ngoài ra, loại pin này còn giúp giảm thời gian sạc điện cũng như có độ an toàn và tin cậy cao hơn. Chính vì thế, sự ra đời của pin thể rắn dự kiến sẽ thúc đẩy mạnh ngành xe điện trên thế giới.

Một nghiên cứu đáng chú ý gần đây về pin thể rắn đó chính là pin được làm từ muối do nhóm nghiên cứu đến từ Đại học Nottingham của Vương quốc Anh cùng 6 cơ quan nghiên cứu khác của Trung Quốc công bố. Theo đó, muối rắn sẽ được sử dụng làm chất điện phân và cả chất phân tách. Đây được xem là bước tiến mới cho tương lai sản xuất pin thể rắn, vì giảm giá thành pin và vô cùng thân thiện với môi trường.

	VIETTEL AI RACE	TD091
	Pin Năng Lượng Rắn (Solid-State Battery) Và Cuộc Cách Mạng Trong Lưu Trữ Năng Lượng Tương Lai	Lần ban hành: 1



VinFast hợp tác ProLogium sản xuất pin thể rắn đầu tiên tại Việt Nam (Nguồn: Suu tâm)

Tại Việt Nam, nhận thấy những tiềm năng, ưu điểm của pin thể rắn, vào tháng 03/03/2021, [nhà sản xuất xe máy ô tô điện hàng đầu VinFast](#) đã ký kết biên bản hợp tác [chiến lược với ProLogium](#) (Đài Loan) - Công ty đầu tiên trên thế giới có dây chuyền thử nghiệm ứng dụng công nghệ pin thể rắn cho ô tô.