

Gépkocsikban használt hidrogén tüzelőanyag-cellák felépítése

The use of hydrogen fuel cell in automobile systems

Készítették/*Made by:* Bencsik Blanka
Joy Chatterjee
Pánczél József

Supervisors: Gubán Dorottya
Mentorok Dr. Szabó Ervin

Miért fontos a hidrogén mint üzemanyag?

Why is hydrogen important as a fuel?

- A fosszilis energiahordozók mennyisége rohamosan csökken
The amount fossil fuels is decreasing rapidly
- A világ bármely pontján előállítható
It's possible to produce hydrogen all around the world.



A tüzelőanyag-cellák típusai

The types of hydrogen fuel cells

- ▶ *PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell), protonvezető membrános tüzelőanyag-cella*
- ▶ SOFC (Solid Oxide Fuel Cell), Szilárd-oxid tüzelőanyag-cella
- ▶ PEMFC (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell): polimer elektrolit membrános tüzelőanyag-cella
- ▶ DMFC (Direct Methanol Fuel Cell): direkt alkohol tüzelőanyag-cella
- ▶ AFC (Alkaline Fuel Cell): lúgos tüzelőanyag-cella
- ▶ PAFC(Phosphoric Acid Fuel Cell): foszforsavas tüzelőanyag-cella
- ▶ MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell): karbonátolvadékos tüzelőanyag-cella

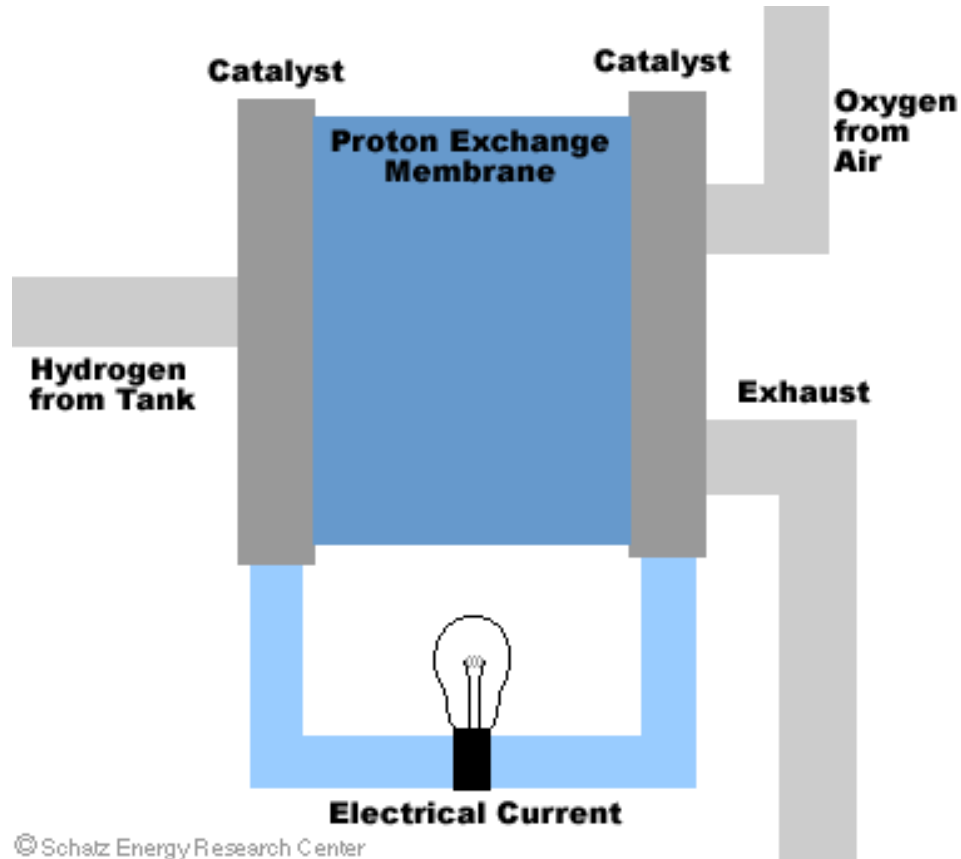
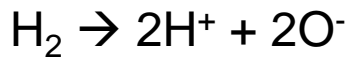
A PEM tüzelőanyag-cellák elterjedése

Applicable use of PEM fuel cell technology in various electronic systems

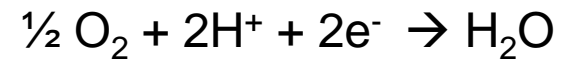
- ▶ Gépkocsik/*Cars*
- ▶ Hordozható elektronikus berendezések (akár okos telefonokhoz is) /*Portable electronic devices*
- ▶ *Buses and Trucks*

A PEMFC fő működési elve

Animation of a sample PEMFC



© Schatz Energy Research Center



▶ A PEMFC előnyei/ *Advantages of PEMFC*

- minimális, vagy semmilyen környezetszennyező hatás/ *minimal or no polluting effect*
- fosszilis energiahordozók felváltása megújulóra/ *replacing fossil fuels with renewable hydrogen*

▶ A PEMFC katalizátorok megoldásra váró problémái/ *The problems to be resolved in the PEM catalysts*

- CO tolerancia/ *CO tolerance*
- hosszú távú működés biztosítása – stabil hordozó/ *to ensure long-term operation, stable support*
- platinatartalom csökkentése/ *reducing the amount of platinum*

Anódoldali katalizátor

Anode catalyst

- ▶ Anód reakció/*Anode reaction*: $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{O}^-$
- ▶ Felépítése/*Structure*: - aktív komponens/*active component* (ált. Pt)
 - hordozó/*supporter* (ált. aktív C)
 - módosítók /*modifiers*

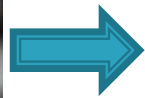
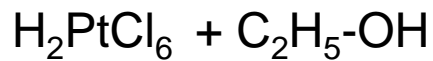
W – CO tolerancia/*tolerance*

TiO_2 – WO_2 - vel hasonló rácsszerkezet \rightarrow stabil szerkezet
similar structure \rightarrow *stable structure*

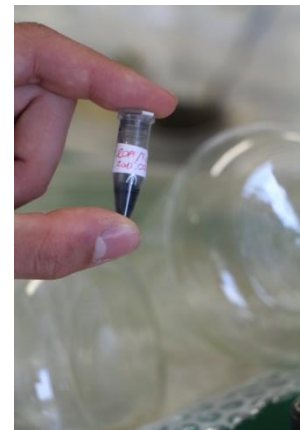
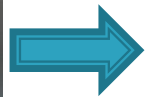
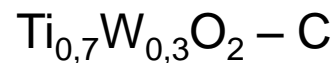
- ▶ A mi hordozónk/ *The supporter we used*: $\text{Ti}_{0,7}\text{W}_{0,3}\text{O}_2$ - C

Kísérleti *folyamat*/Experimental *synthesis*

- ▶ A katalizátorhoz szükséges platina leválasztása/Deposition of platinum particles



+



Electrochemical characterization – CO tolerance and ECSA

- Prepare a Pt catalyst ink
- System with 3 electrodes
- Pt wire (counter electrode)
- Ag/AgCl(Reference electrode)
- Catalyst deposited on glassy carbon (working electrode)
- H₂SO₄ 0.5M electrolyte (Purge the electrolyte in Argon)
- Cleaning process
- Set the potential to 50mV, introduce CO for 30 mins
- Purge with Argon for 30 mins
- Recording CVs with 10 mV/s between 0.05 – 1.3 V

- ▶ A katalizátor felvitele a gázdiffúziós rétegre szitanyomással
The application of catalyst on the gas diffusion layer by screenprinting

Tinta összetétele

The composition of catalyst ink

- 0.97 ml glikol
 - 1.92 ml nafion
 - 156 mg katalizátor
 - 0.32 ml izopropanol
-
- szitázás után szárítás 13 órát vákuum szárítóban



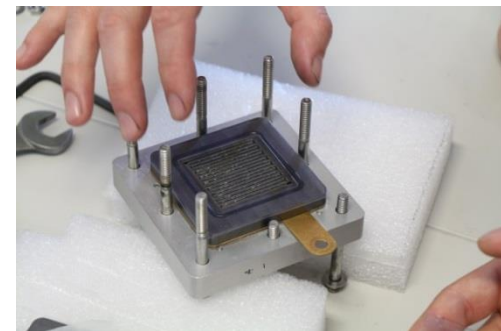
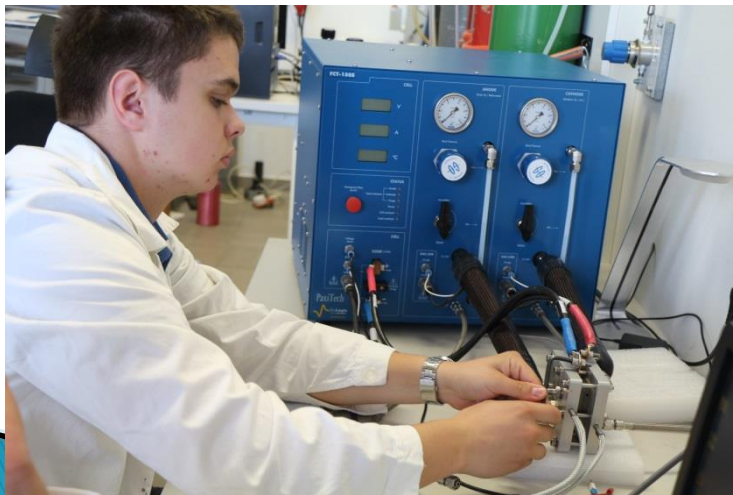
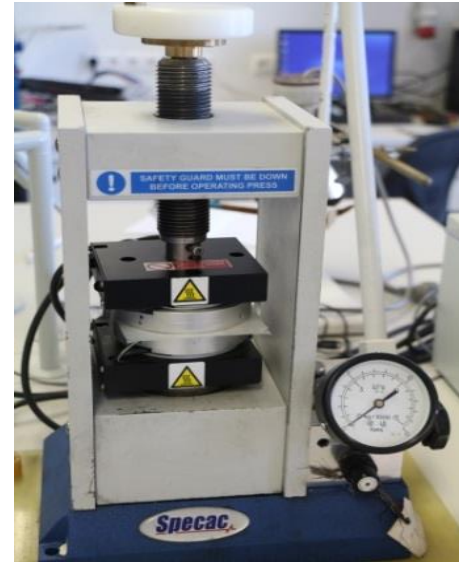
▶ Membrán elektród együttes (MEA) elkészítése

The preparation of membrane electrode assembly

Az aktív felület mérete The active area: 4x4 cm

Préselési körülmények Hotpressing conditions:

- ▶ 120 °C ,
- ▶ 4,5 tonna
- ▶ 3 perc



Tüzelőanyag-cellás mérés körülményei

Fuel cell measurement conditions

Cellaméret/cell size: 16 cm²

T_{cella}=85 °C

T_{H₂,O₂}=80 °C

P=2 bar

V_{H₂,O₂}= 120 ml/perc

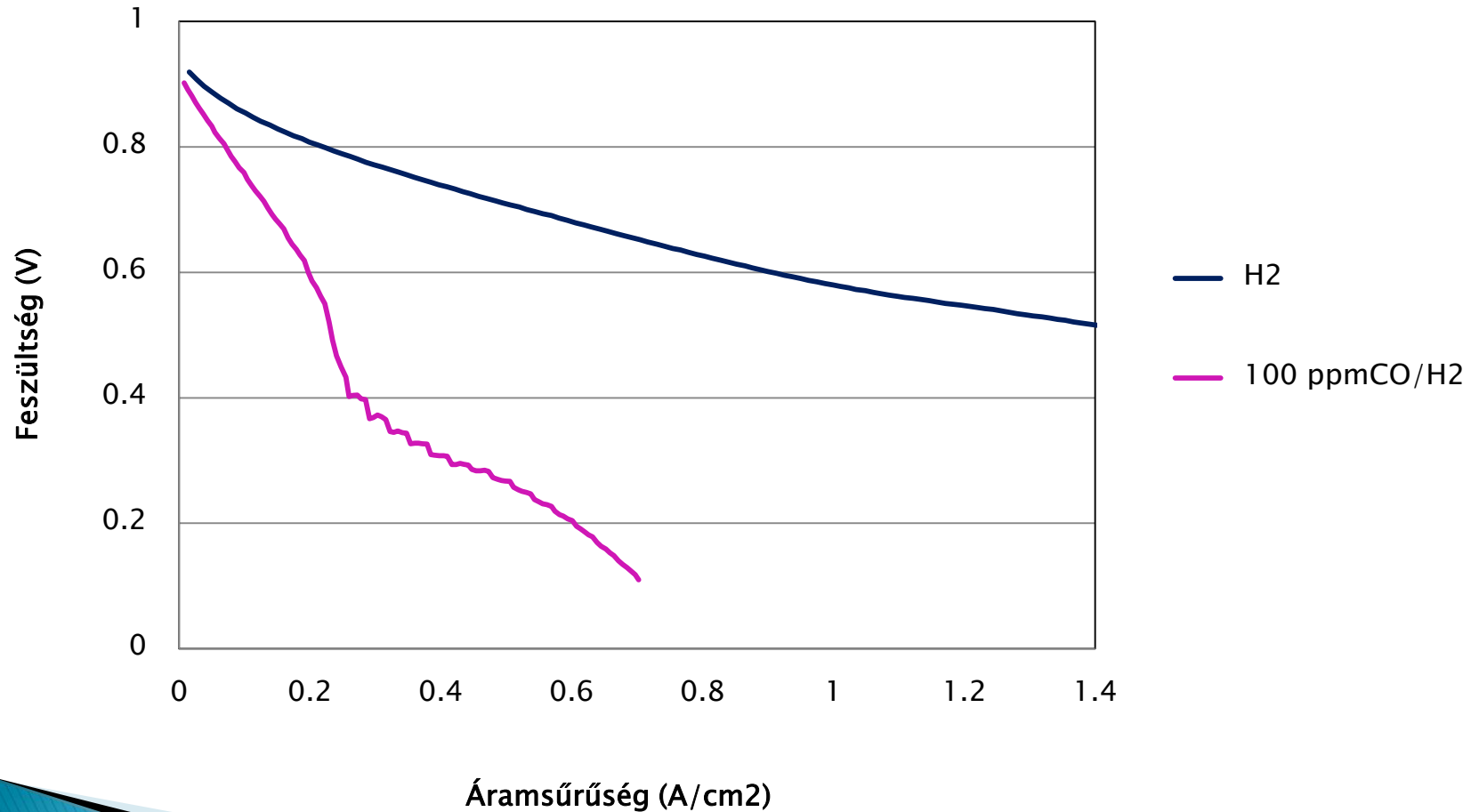
Mérés előtt 3h aktiválás 0,6 V-on,

T_{H₂}=25 °C, T_{O₂}=68 °C

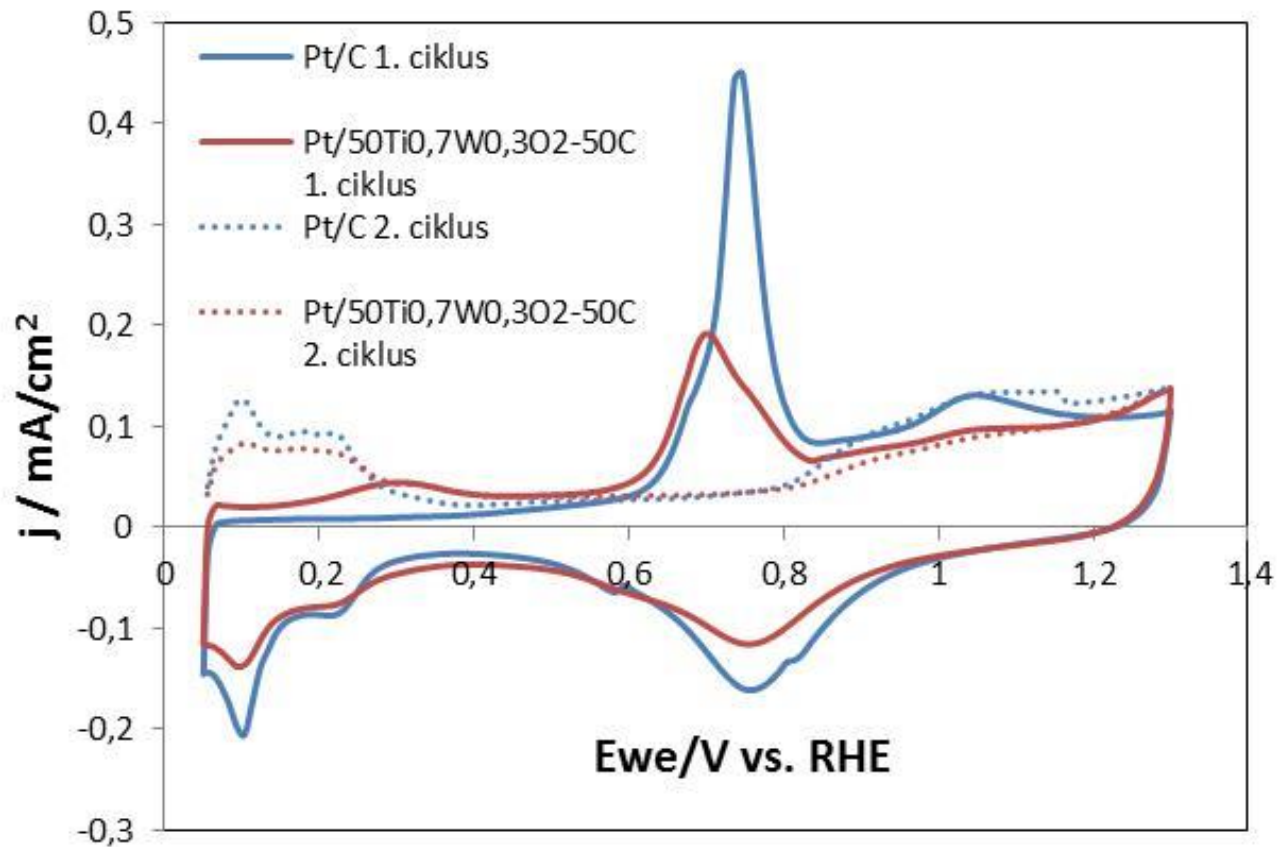
Mérés során vizsgáltuk a CO mérgezés hatását.

Tüzelőanyag-cellás mérés

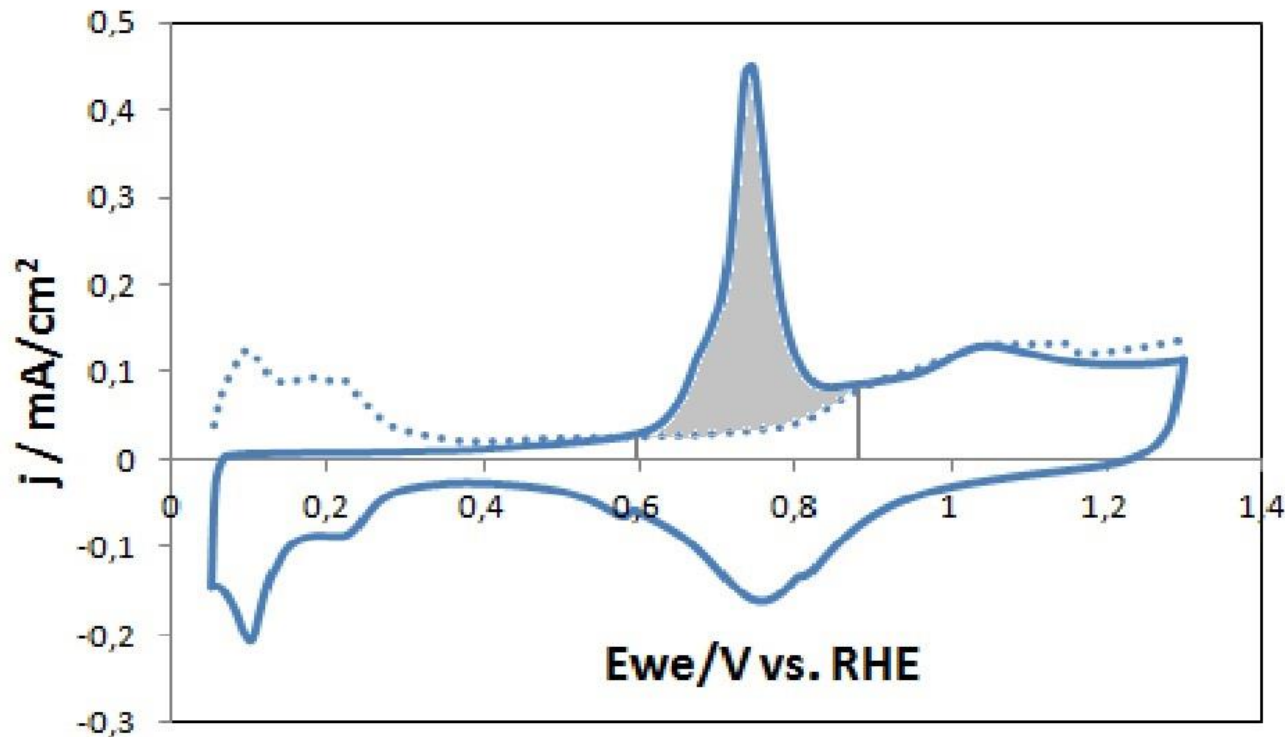
Fuel cell measurement



CO stripping voltammetry



Calculation of electrochemical active surface area



ECSA =

$$\frac{(Q_{\text{Co}}/420\mu\text{C}/\text{cm}^2)}{m_{\text{Pt}}}$$

$$\text{ECSA}_{\text{Pt}/\text{C}} = 32.9\text{m}^2/\text{g}_{\text{Pt}}$$

$$\text{ECSA}_{\text{Pt}/\text{Ti-W}} = 40.6\text{m}^2/\text{g}_{\text{Pt}}$$

Összefoglalás / Summary

- ▶ Platina leválasztása a hordozóra / Pt deposition to the support
- ▶ Elektrokémiai karakterizálás – gyári és módosított hordozós Pt katalizátorok összehasonlítása / Electrochemical characterization – comparisation of the conventional and modified Pt/C catalysts
 - Módosított hordozós katalizátor CO toleranciája növekedett / Increased CO tolerance on the modified catalyst
 - Az elektrokémiai aktív felület szintén magasabb / Higher electrochemically active surface area
- ▶ MEA készítés / MEA preparation
- ▶ CO mérgezés folyamatának bemutatása tüzelőanyag-cellában / Demonstartion of the process of CO poisoning in PEMFC

Köszönjük: Mentorainknak- Gubán Dorottya
Dr. Szabó Ervin
MTA Természettudományi Kutatóközpontnak
Lendvayné dr. Győrik Gabriellának

▶ Elérhetőségek:

Bencsik Blanka, Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium, Zenta

bencsik.blanka@gmail.com

Pánczél József, Kecskeméti Református Gimnázium

panczeljozef45@gmail.com

Joy Chatterjee, American International School Of Budapest

16jchatterjee@student.aisb.hu



Bayer HealthCare



mta ttk