

Samochody elektryczne i zielona energia – Nowe zastosowania w obróbce i wykończeniu powierzchni

Pavel Yafaev | Business Development Manager EVO Europe

Atotech GMF Seminar Poland 2023

September 19 - 21, 2023
Janów Podlaski Castle, Poland



Co oznacza EV / NE?

Electrical **V**ehicles
and
New **E**nergy



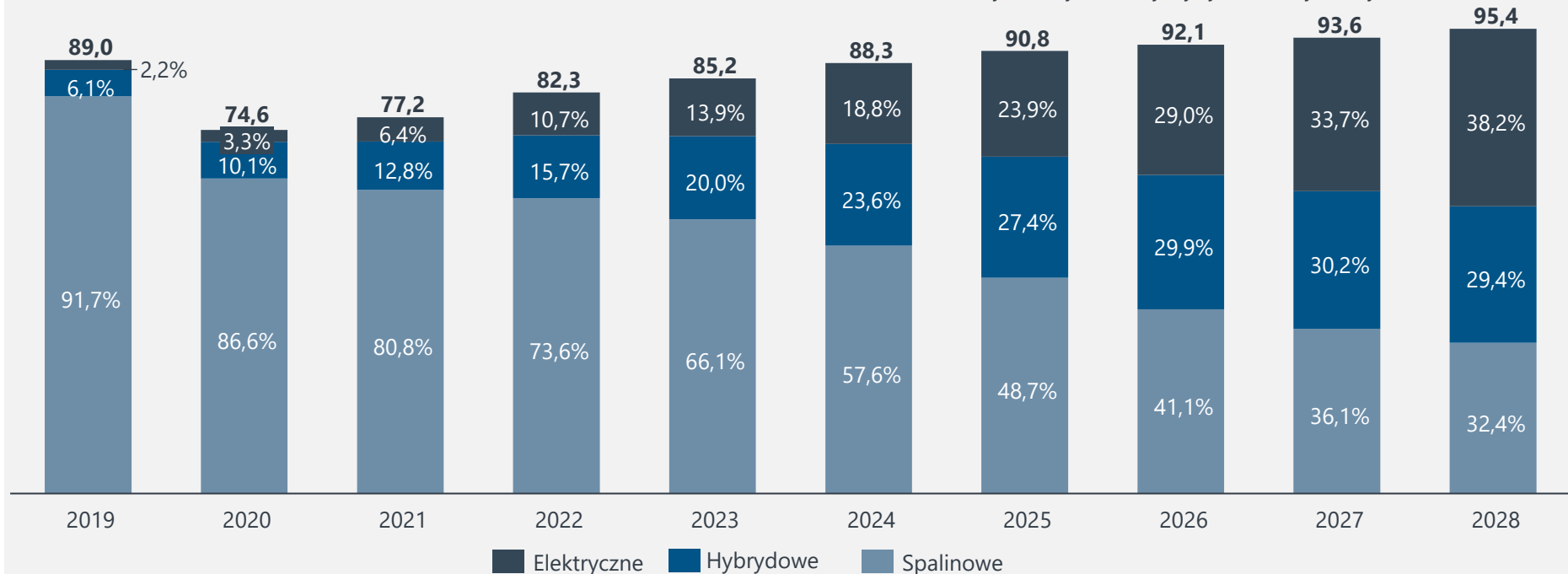
Samochody
Elektryczne
oraz
Zielona Energia



Przemysł samochodowy na świecie

Globalna produkcja samochodów

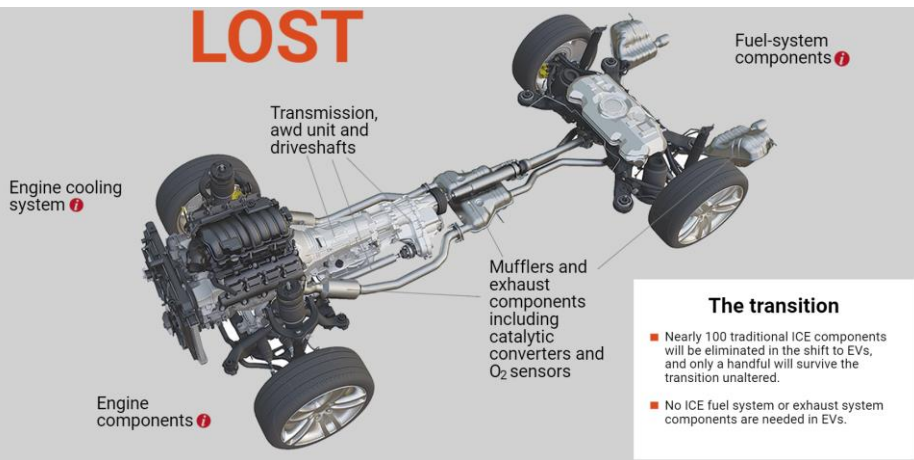
Samochody elektryczne i hybrydy kluczowymi czynnikami wzrostu



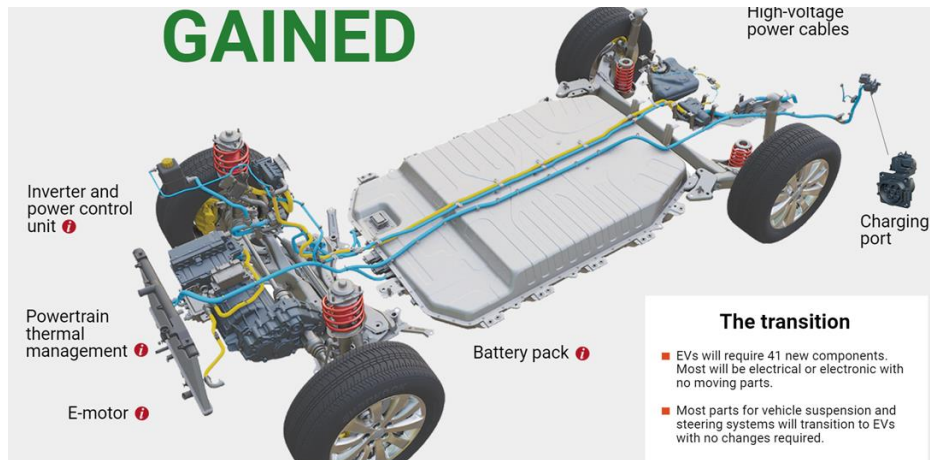
Źródło: IHS Marzec 2023

Samochody spalinowe (ICE) vs. Elektryczne (BEV)

LOST



GAINED



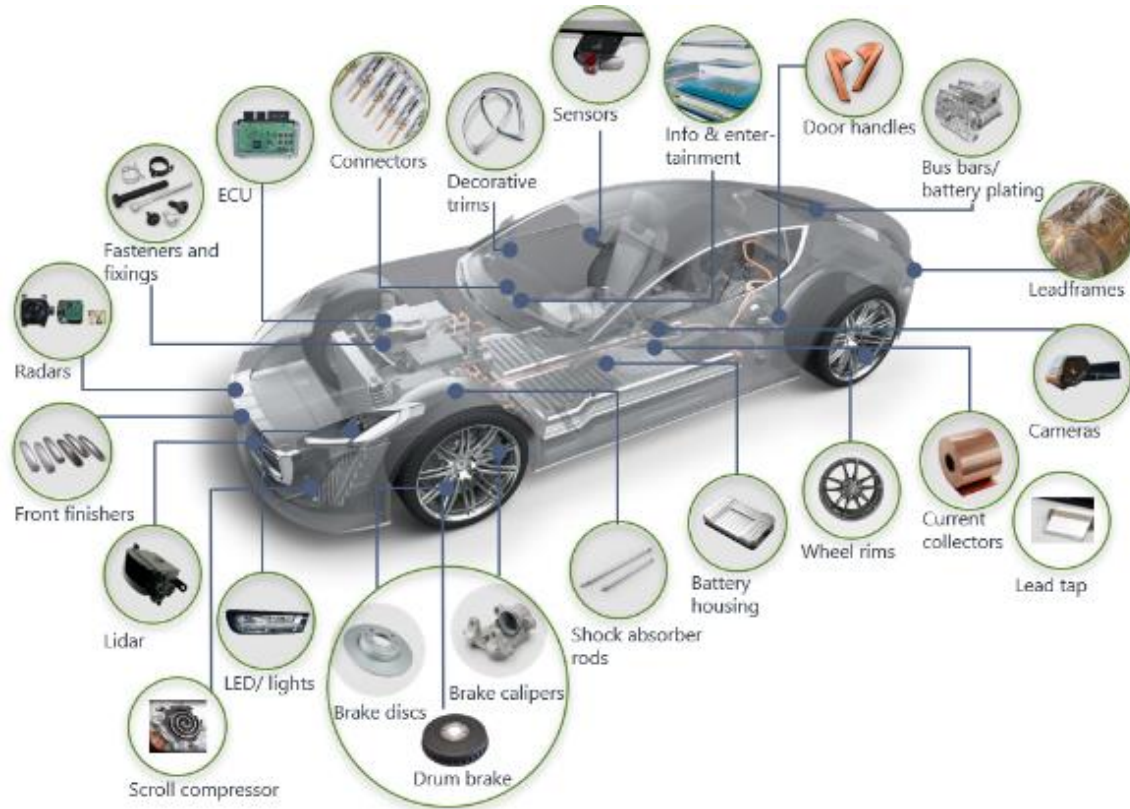
- Silnik spalinowy i komponenty powiązane
- System chłodzenia silnika (przedni)
- System paliwowy
- Układ wydechowy
- Klasyczna skrzynia biegów/przekładnia

- + System ładowania
- + Skrzynia biegów E-drive/odzysk energii
- + System bateryjny
- + Zaawansowany system zarządzania ciepłem
- + Więcej elektroniki

Źródło: Automotive news, lipiec 2022

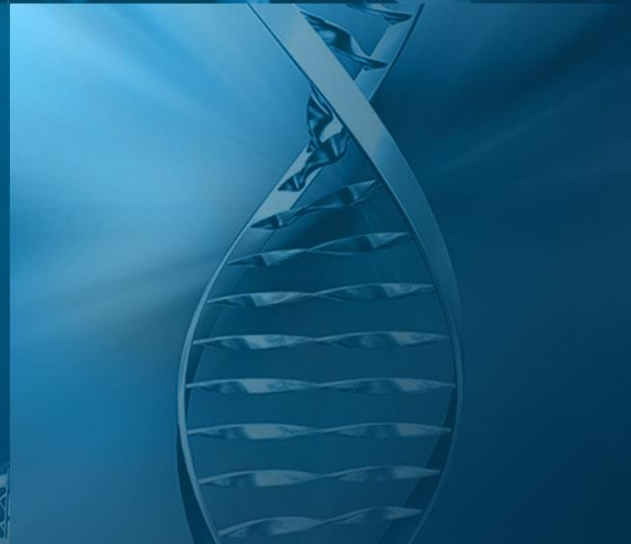
Trendy w branży automotive

Ogólny zarys

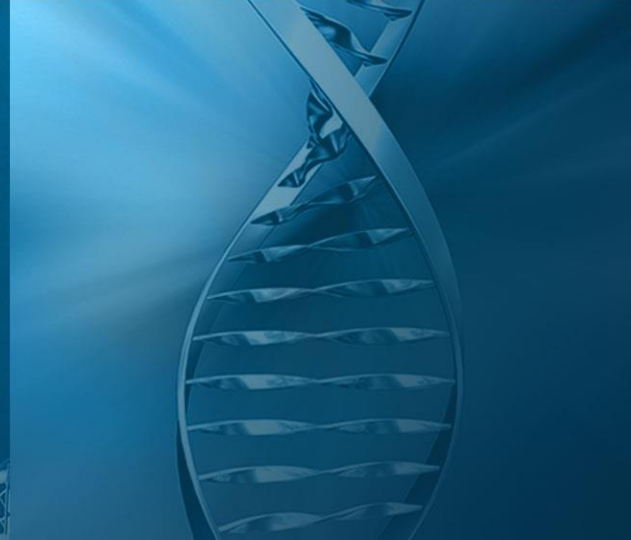


Samochody elektryczne i zielona energia

Nowe
zastosowania
i możliwości



Obudowy baterii



Obudowy baterii

Funkcja:

Zewnętrzna osłona dla modułów i pakietów ogniw bateryjnych

Materiał podłoża:

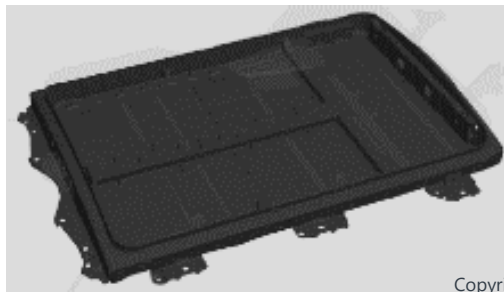
Al, stal, tworzywo sztuczne, włókno węglowe

Obróbka powierzchni:

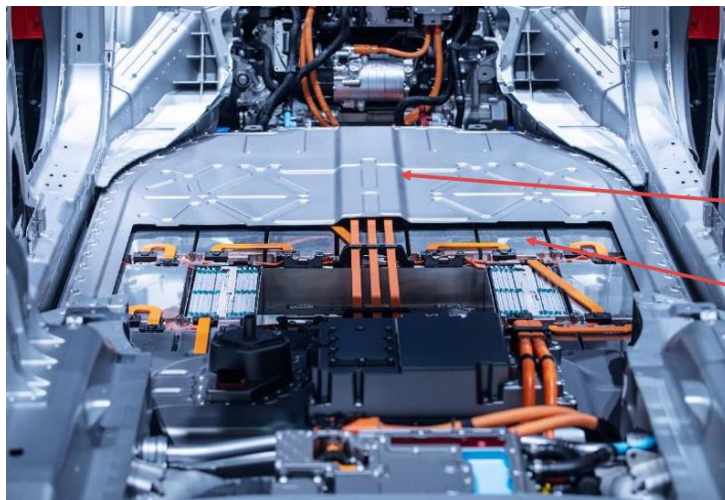
- Al: Powłoki konwersyjne
- Stal: Ochrona przed korozją
- Mycie, przygotowanie pod malowanie

Dodatkowe zastosowania:

- Usuwanie farby w celu regeneracji uszkodzonych części
- Usuwanie farby w celu czyszczenia uchwytów oraz zawieszek



Copyright: A2MAC1



Battery Housing

Module/Pouch Cover

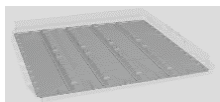
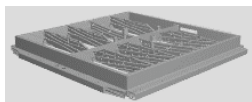
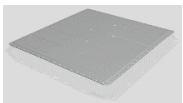
Obudowy baterii

Obecna masowa produkcja na rynku EV – przykłady

VW ID.3



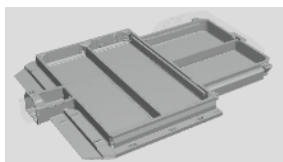
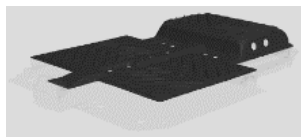
- AlMg4.5Mn0.4
- AlSi7Mg
- AlMg4.5Mn0.4



Mercedes EQA 250 AMG



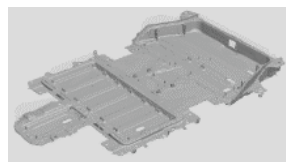
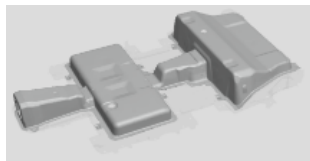
- Stal
- AlMg5Si2Mn



Peugeot 208 e GT



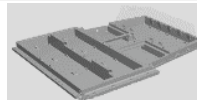
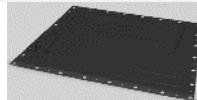
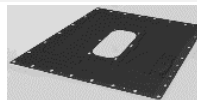
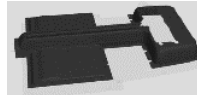
- Stal
- Stal



Polestar 2



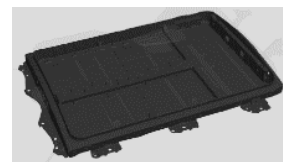
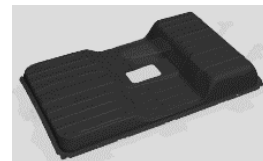
- Stal;
- tworzywo
- Stal
- Stal
- Met. nie-żelazne; Stal



Nissan Leaf Tekna



- Stal
- Stal



Stalowe obudowy baterii

Technologie obróbki powierzchni

Dotychczasowe trendy

Proste powłoki nakładane na stal



Przyszłe trendy:

Wyższe standardy, dłuższy czas życia pojazdu

- Wymagana zwiększona odporność na korozję oraz lepsza przyczepność
- Potrzebne są bardziej zaawansowane systemy powłok



Aluminiowe obudowy baterii

Technologie obróbki powierzchni

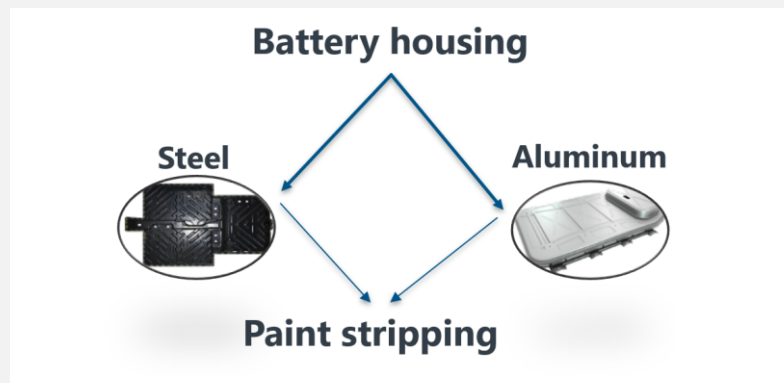
- Trendy w projektowaniu nowych pojazdów (redukcja wagi, ograniczenie śladu węglowego)
 - Większy udział aluminium
 - Adhezja w zastępstwie spawów i elementów złącznych
- Odporność elektryczna oraz odporność powłoki stają się coraz ważniejsze w systemach akumulatorowych, szczególnie w przypadku komponentów pasywowanych
- Używane w: aluminiowych systemach zamykających (drzwi, maska, bagażnik i kłapa bagażnika), elementach strukturalnych nadwozia oraz ramie (podwozie, słupki i dach), akumulatorach
- Aby uzyskać lepsze właściwości antykorozyjne oraz adhezyjne potrzebny jest bardziej zaawansowany system obróbki wstępnej
- W zależności od wymagań technicznych wchodzi w grę wszystkie etapy procesu lub też ich selektywny dobór



Dodatkowe zastosowania

Stripowanie farby

- Dwa scenariusze: regeneracja części oraz czyszczenie zawieszek/uchwytów
 - Obudowy akumulatorów są złożonymi i kosztownymi komponentami; jeżeli nie jest możliwe ich ponowne malowanie, rozwiązaniem jest całkowite usunięcie farby
 - Czyszczenie zawieszki jest niezbędne do zapewnienia właściwego styku lub zamocowania części
- Niekompletne usunięcie farby z osłon akumulatorów lub zawieszek może zwiększyć ryzyko wyprodukowania wadliwych części
- Konwencjonalne procesy, takie jak termiczne lub mechaniczne usuwanie farb, nie są w tych zastosowaniach idealnymi opcjami
 - Metody mechaniczne mogą uszkodzić podłoże i pozostawić pozostałości w zagłębieniach
 - Metody termiczne zazwyczaj nie mają zastosowania dla komponentów aluminiowych ze względu na bardzo wysokie temperatury (>500 °C), które mogłyby poważnie zagrozić integralności strukturalnej osłony baterii

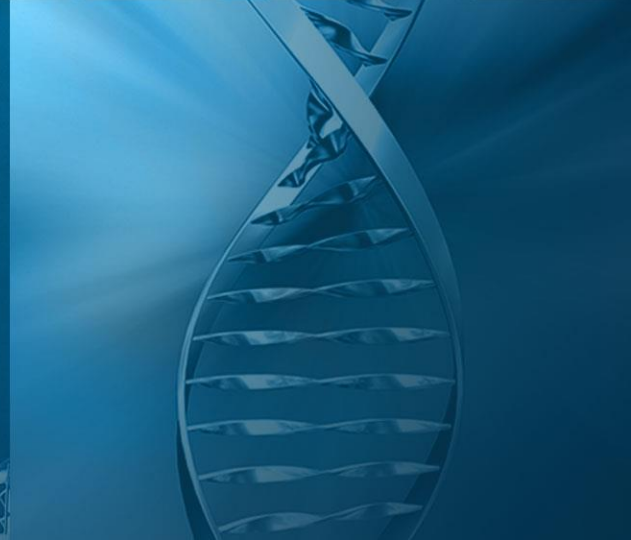


Uchwyt przed
zdjęciem farby



Uchwyt po zdjęciu
farby

Systemy
zarządzania
ciepłem

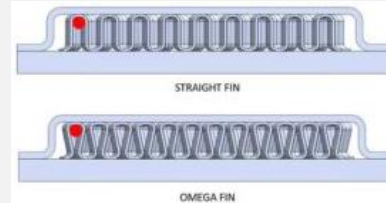
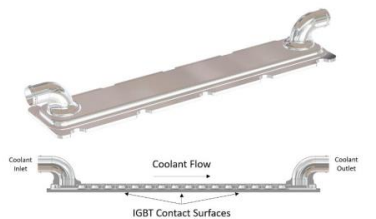


EV – Systemy zarządzania ciepłem

Radiatory IGBT, rozpraszacze ciepła, kompresory wirnikowe

Radiatory i rozpraszacze ciepła

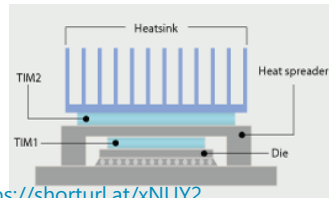
- Funkcja: chłodzenie urządzeń elektrycznych
- Materiał podłoża: stopy Cu



Źródło: [Senior Flexionics](https://www.seniorflexionics.com/)

Kompresor wirnikowy:

- Funkcja: serce układu chłodzenia EV, spręża gaz z parownika i przekazuje go do skraplacza
- Materiał podłoża: stopy Al



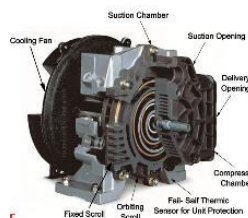
Źródło: <https://shorturl.at/xNUY2>



Flip chip BGA with heat spreader
Źródło: <https://shorturl.at/clp08>

Obróbka powierzchni:

- Przygotowanie powierzchni
- Nikiel chemiczny, anodowanie, cynowanie immersyjne



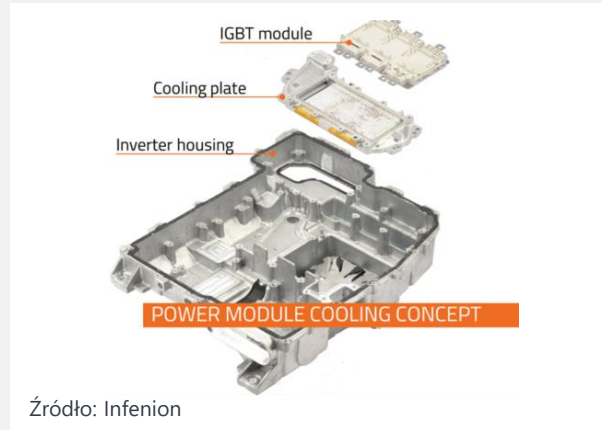
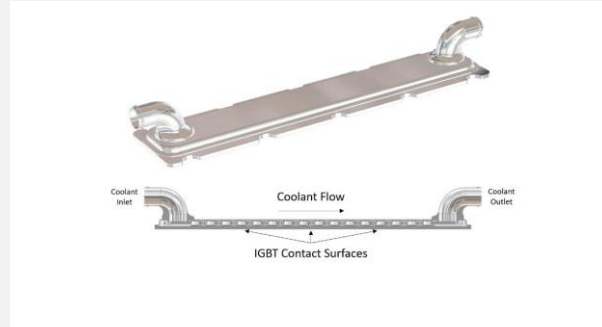
Źródło: <https://railsystem.net/scroll-compressor/>



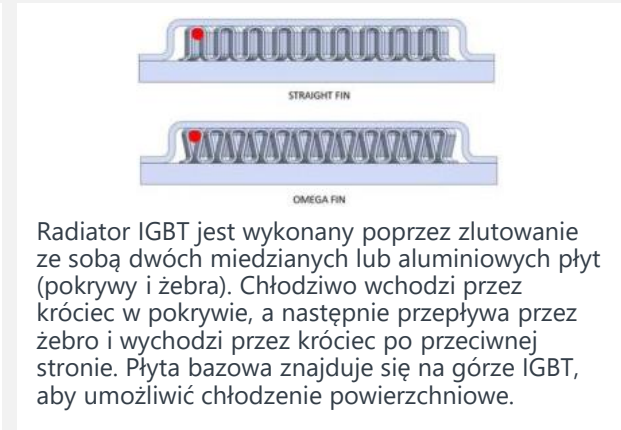
Źródło: <https://gfyecat.com/delayedvainannelida>

Radiatory IGBT

- Falowniki IGBT przenoszą moc między silnikami a akumulatorami i są jednym z kluczowych elementów pojazdu elektrycznego.
- Falownik przetwarza prąd stały na prąd przemienny, gdy wymagana jest moc do napędzania silników elektrycznych a także konwertuje prąd w przeciwnym kierunku podczas hamowania regeneracyjnego.
- Głównym komponentem wewnątrz inwertera jest IGBT (**I**nsulated **G**ate **B**ipolar **T**ransistor), który wytwarza duże ilości ciepła.
- Skuteczną metodą chłodzenia IGBT jest radiator chłodzony cieczą



Źródło: Infineon



Rozpraszacze ciepła

- Średnio fosforowy proces niklowania chemicznego
- Pełen zakres chemii procesowej
- Nichem® 1120
- Nichem® MP 1188
- ELeVEN® MP 603
- Nichem® HP 1151
- Uniclean® 154
- Uniclean® 251
- Nichem® Copper Etch
- Nichem® PD
- Nichem® Activator



“Rozpraszacz ciepła” jest ważnym komponentem stosowanym w pakietach układów scalonych do rozprowadzania ciepła, zapobiegającym awarii układu scalonego.

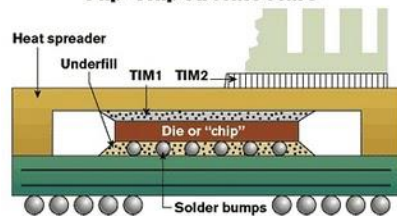


Flip chip BGA with heat spreader

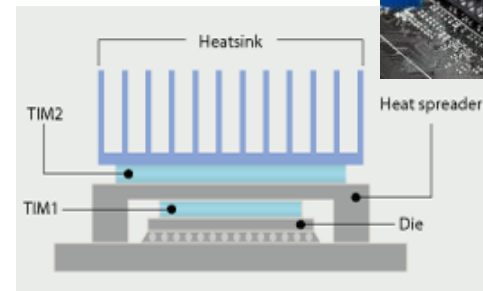
Radiator

- Materiał: - Miedź
- Rozpraszacz ciepła do pakietów układów scalonych

Flip-Chip Architecture



Radiatory odprowadzają ciepło do otoczenia



Zaawansowane mycie

Zrównoważony proces obróbki wstępnej w celu przygotowania powierzchni miedzianych do nałożenia powłoki

NiP jako powłoka dedykowana:

- Doskonała przyczepność
- Dobra lutowność
- Stała prędkość pokrywania
- Jednolita grubość
- Długi czas życia kąpeli
- Jednorodny, półbłyszczący wygląd

Źródło: <https://shorturl.at/xNUY2>, <https://shorturl.at/clp08>, <https://shorturl.at/grvzY>, <https://jaxlifesharing.com/stock2486/>

Kompresory wirnikowe

Funkcja:

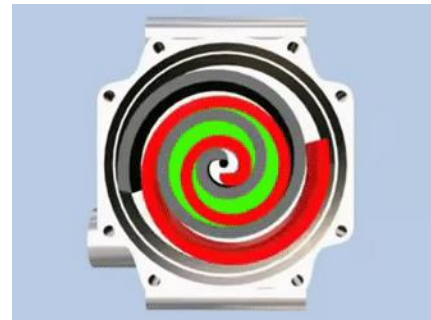
Spręża gaz o niskim ciśnieniu i niskiej temperaturze z parownika, przekształcając go w gaz o wysokim ciśnieniu, by następnie przekazać go do skraplacza

Zalety:

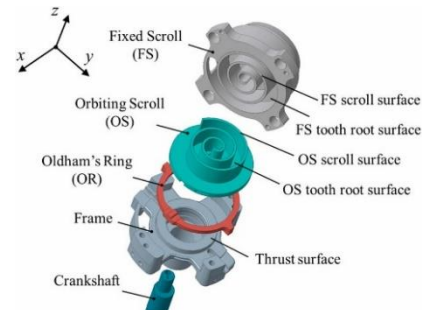
- Niezawodność (mniej ruchomych części)
- Wysoka efektywność
- Cichy – mniej hałasu i wibracji
- Zmniejszona waga/koszty
- Dostosowany do różnych poziomów napięcia (48V, 400V, 800V)

Zastosowanie:

- Ładowarki samochodowe (EV/HEV)
- Chłodnictwo
- Pompy próżniowe



Źródło: <https://gfycat.com/delayedvainannelida>



Źródło: https://www.researchgate.net/figure/Structure-schematic-of-scroll-compressor_fig1_365597813

Kompresory wirnikowe – wybór powłok

Funkcja powłoki:

- Powłoka antykorozyjna chroniąca powierzchnię aluminium
- Odporność na ścieranie powierzchni aluminium podczas pracy
- Zapewnienie ścisłej tolerancji pomiędzy stałymi i obrotowymi elementami wirnika
- Samosmarowanie zmniejszające zużycie na skutek ścierania i korozji

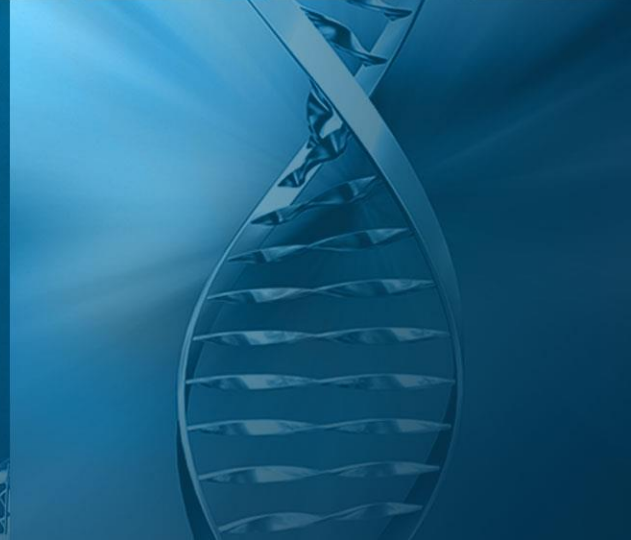
Nikiel chemiczny dla elementów obrotowych:

- Twarda powłoka ze stopu NiP - maksymalna odporność na zużycie
- Jednolita grubość powłoki na całej powierzchni - brak wpływu gęstości prądowych
- Bardzo wysoka odporność na korozję w agresywnym środowisku
- Niskie zużycie ścierno-korozyjne

Cyna immersyjna dla elementów stałych:

- Jednolita grubość powłoki na całej powierzchni
- Suche smarowanie powierzchni przeciwległej
- Ograniczone zużycie ścierno-korozyjne

Elementy złączne



Elementy złączne

Funkcja:

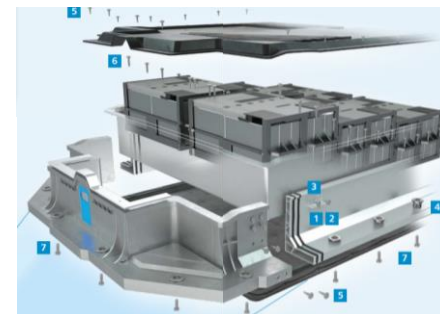
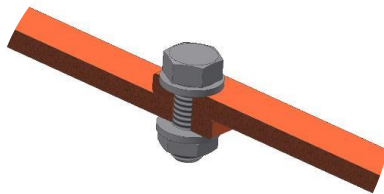
Mechaniczne połączenie różnych części i komponentów

Materiał podłoża:

- Stal
- Aluminium

Obróbka powierzchni:

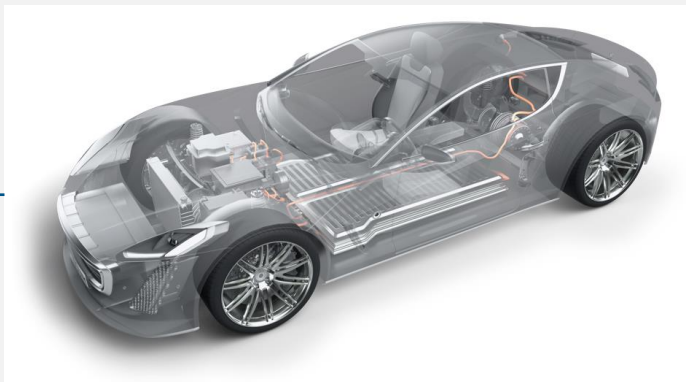
- Przygotowanie powierzchni
- Zn, ZnNi, ZnFe, SnZn, ZFC



Elementy łączne w EV

Możliwości i zastosowania

~ 2,500 szt. elementów łącznych w EV



Dzisiejsze zastosowania elementów łącznych

- Powłoki Zn i ZnNi w elementach łącznych – stosowane m.in. w obudowach baterii
- Cynk płatkowy w elementach łącznych w EV
- Dla widocznych elementów łącznych istotne są zarówno wymagania odporności korozyjnej, jak i te dotyczące wyglądu

Technologie dla nowych zastosowań

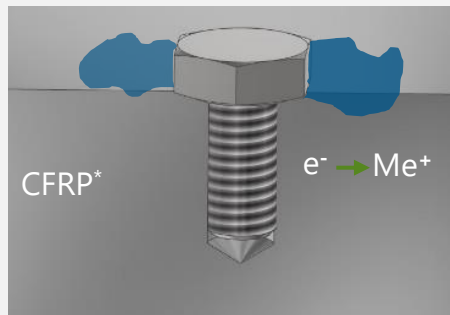
- Wymagania dotyczące przewodności elementów łącznych
- Najwyższe wymagania dotyczące czystości technicznej
- Spodziewane wymagania związane z korozją bimetaliczną (galwaniczną)

Korozja kontaktowa

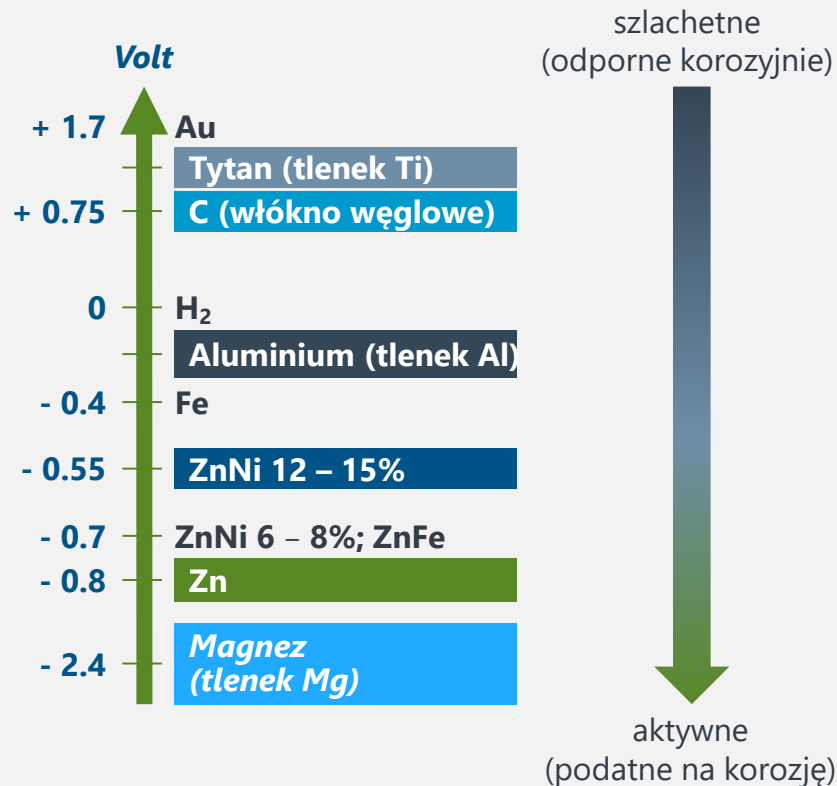
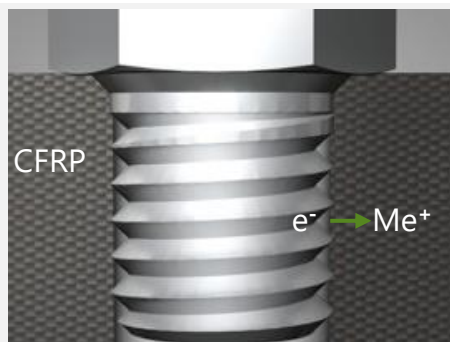
Teoria

Galwaniczna korozja kontaktowa

to proces elektrochemiczny, w którym jeden metal koroduje, gdy znajduje się w kontakcie elektrycznym z innym w obecności elektrolitu



Im mniejsza różnica potencjałów, tym niższy prąd korozji



* kompozyt zbrojony włóknem węglowym (carbon fiber reinforced plastic)

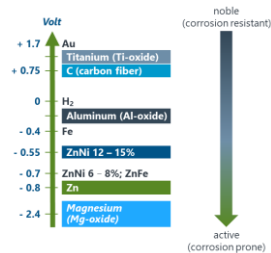
Korozja kontaktowa

Rozwiązania techniczne dla CFRP

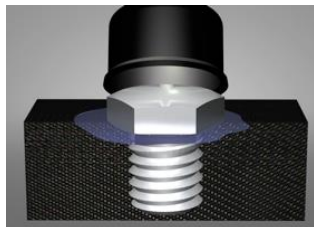
Różne metody zapobiegania korozji kontaktowej:

- Rozwiązania projektowe
- Materiał podłoża
- Powłoki Atotech

Ograniczenie korozji kontaktowej



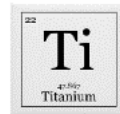
Projekt



Zatrzymanie przepływu elektronów między metalową śrubą a włóknami węglowymi

Wymagania przestrzenne

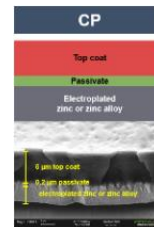
Materiał



Mała różnica potencjałów w stosunku do węgla

Wysoki koszt

Powłoka

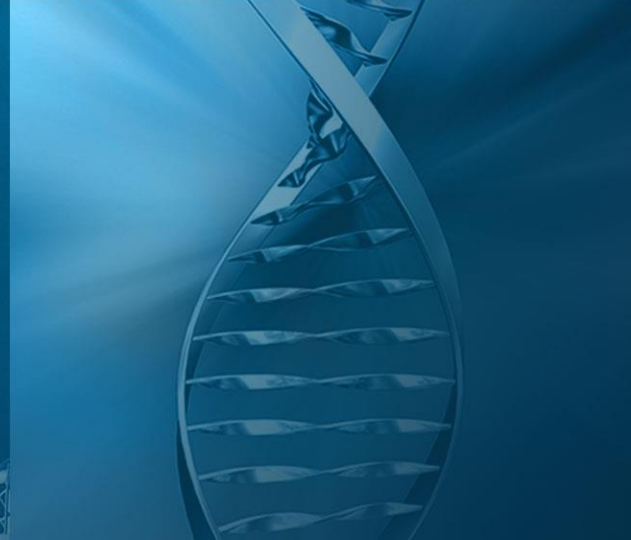


Powłoka barierowa pozwalająca zablokować przepływ prądu + różnice potencjału

W trakcie badań

Oferujemy zaawansowane rozwiązania w zakresie powłok pozwalające na uniknięcie korozji kontaktowej

Powierzchnie przewodzące



EV – Powierzchnie przewodzące

Szyny przewodzące, kable, konektory, zaciski baterii

Funkcja:

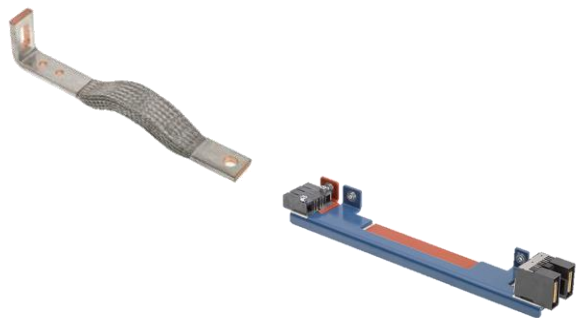
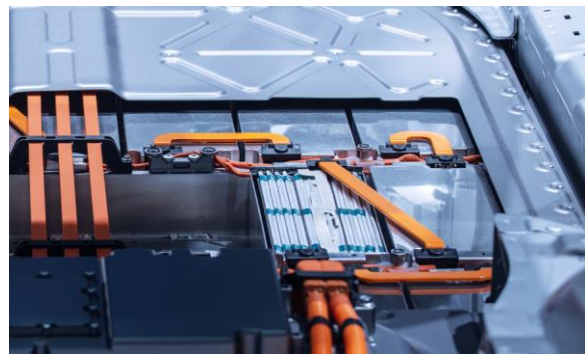
Zapewnienie połączeń elektrycznych między różnymi częściami i komponentami

Materiał podłoża:

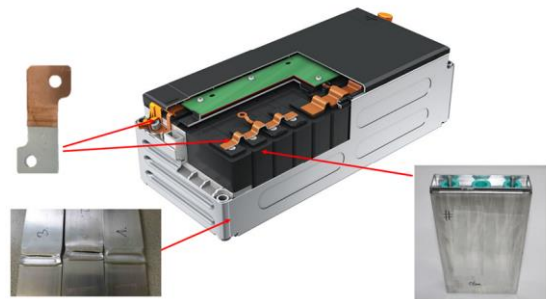
- Cu
- Al
- Inne

Obróbka powierzchni:

- Przygotowanie powierzchni
- Powłoki FEC, DECO, EN



Źródło: [987652-0181.pdf \(molex.com\)](#)



Źródło: [Schnittbild Batterie: Audi-illustrated.com - Bing images](#)

EV – Konektory i szyny prądowe

Różnorodne materiały bazowe oraz wymagania (przewodność, twardość, współczynnik tarcia, odporność korozyjna) → konieczność stosowania różnych powłok: Ni, Sn, Ag, Au, ...

Różnorodna konstrukcja części → odmienne metody pokrywania: zawieszki, bębny, reel-to-reel

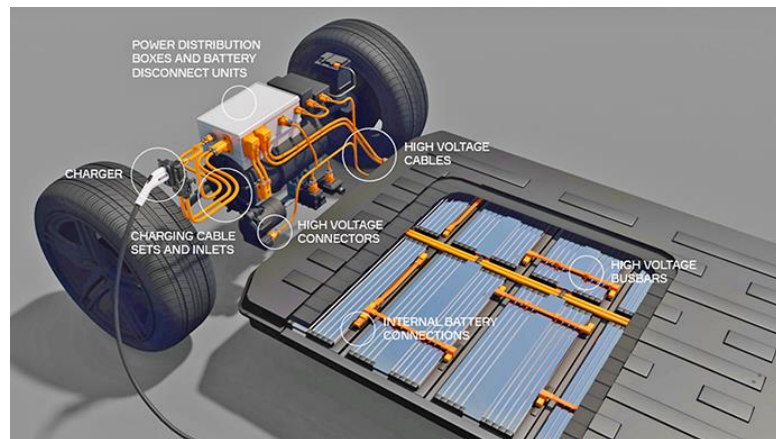
Złącze HV



Stacje ładowania



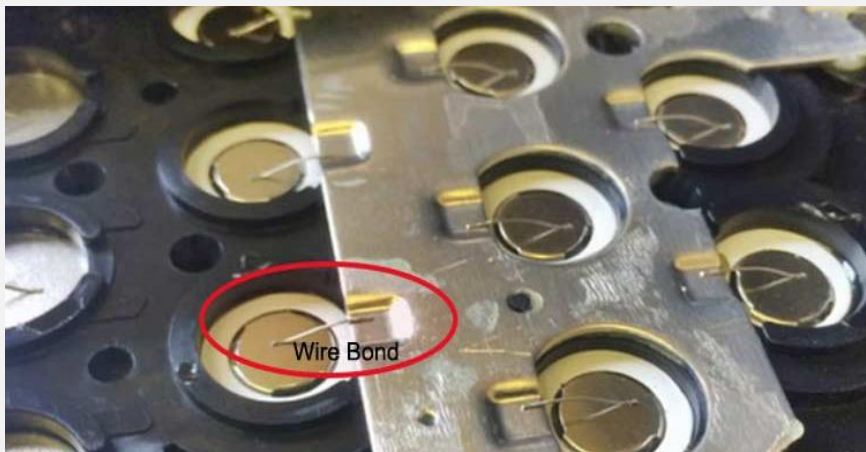
Szyny prądowe
Połączenia ogniwi i modułów



Źródło: TE Connectivity, <https://iot-automotive.news/activ-the-path-to-zero-emissions/>, <https://www.aptiv.com/en/solutions/vehicle-electrification-systems>

EV – Terminale bateryjne

- Liczba ogniw w samochodzie elektrycznym różni się znacznie w zależności od formatu ogniwa. Średnio, pojazdy elektryczne z cylindrycznymi ogniwami mają od 5 000 do 9 000 ogniw.
- Jest to wyraźny kontrast w porównaniu z ogniwami kieszeniowymi, które mają jedynie kilkaset ogniw. W ogniwach pryzmatycznych jest ich nawet jeszcze mniej
- Terminale są wykonane z miedzi i pokryte powłoką niklu półbłyszczącego lub niklem chemicznym (5-8 μm do zastosowań spawalniczych)



Źródło <https://chargedevs.com/features/a-closer-look-at-wire-bonding/>



Źródło: teslamotorsclub.com, <https://teslamotorsclub.com/tmc/threads/building-my-own-pseudo-powerwall.154473/>



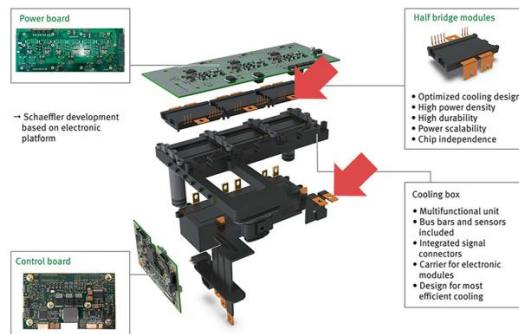
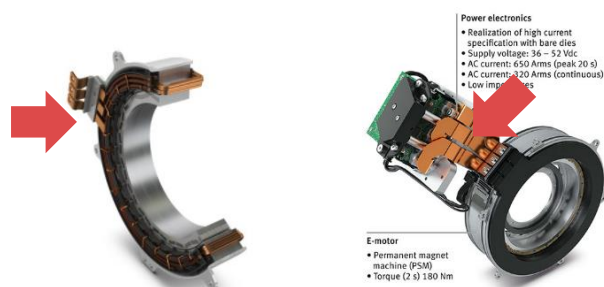
Powierzchnie przewodzące

Więcej przykładów



Źródło: [Nio Battery - Bing images](#)

Złącze żeńskie jest wykonane ze stopu miedzi i pokryte warstwą srebra w związku z obciążeniem wysokimi gęstościami prądowymi oraz wieloma cyklami podłączenia i odłączenia.



Źródło: Thomas Pfund ; The Schaeffler eDrive Platform, [The Schaeffler eDrive platform | Schaeffler Symposium 2018](#)

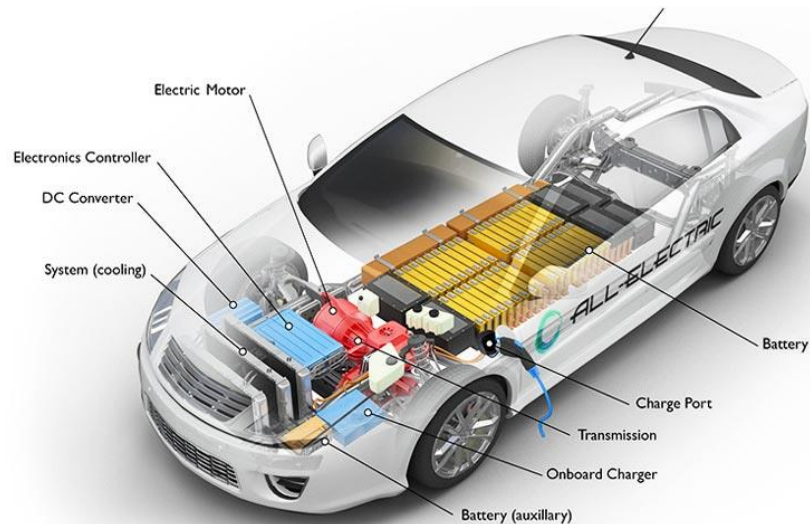
Źródło: [fka - VW ID.3](#)

Ochrona
elektromagnetyczna
(ekranowanie)

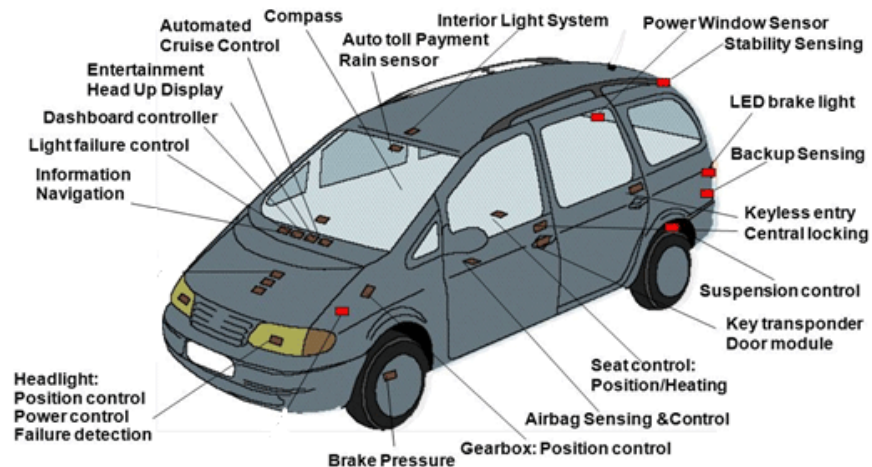


Zakłócenia elektromagnetyczne (EMI): źródła i ofiary

Źródła zakłóceń elektromagnetycznych



„Ofiary” zakłóceń elektromagnetycznych



Źródło: [circuitdigest](https://www.circuitdigest.com)

Ochrona elektromagnetyczna - rozwiązania

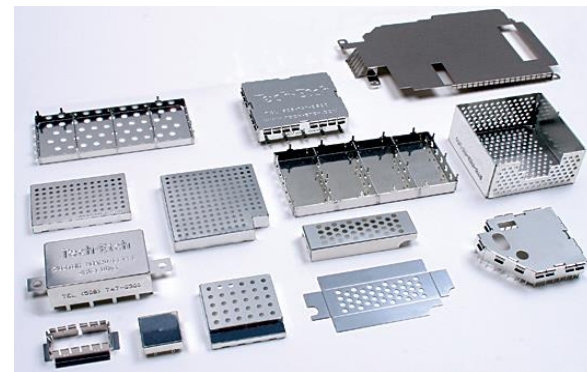
Znane metody:

- Konwencjonalna osłona metalowa
- Napylenie
- Natryskiwanie powłoki przewodzącej
- Powłoki galwaniczne

	Rozmiar i waga	Grubość i jej rozkład	Pokrycie ścianek bocznych	Koszt za pakiet	Przewodnictwo	Czy możliwa jest delikatna warstwa magnetyczna?	Układ warstwowy
Osłona metalowa	Bardzo wysokie	Dobre	Dobre, takie samo jak bocznych	Średni	Wysokie, prawie czysty metal	Tak	Możliwy
Napylenie	Niskie	Ograniczona całkowita grubość	Ograniczona grubość ścianek bocznych	Wysoki	Wysokie, prawie czysty metal	Tak ale z dużymi naprężeniami	Tak ale z ograniczoną grubością
Natryskiwanie	Niskie	Dobre	Ograniczona grubość ścianek bocznych	Niski	Niskie, metal + ciecz organiczna	Nie	Nie
Powłoki galwaniczne	Niskie	Dobre	Dobre, takie samo jak bocznych	Niski	Wysokie, czysty metal	Tak	Możliwy



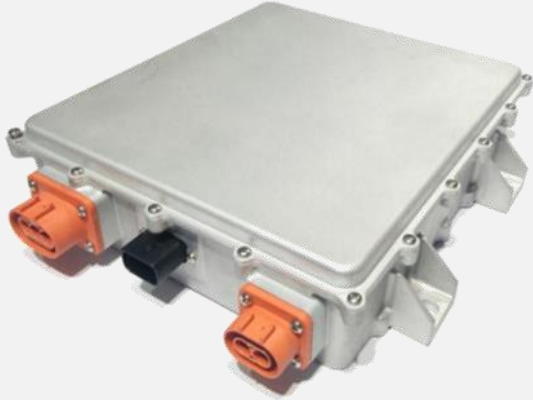
Źródło: hollandshielding



Źródło: Tech-etch.com

Producenci samochodów dążą do ograniczenia masy → zwiększenia zasięgu

- Porównanie osłon chroniących przed zakłóceniami elektromagnetycznymi



- Stal = 2.7 kg
- Aluminium = 1 kg
- Tworzywo sztuczne = 0.4 kg

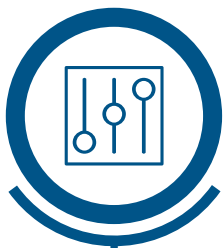
Przykład: konwerter w EV o powierzchni 23 dm²

- Kolejny krok w stronę dodatkowej redukcji wagi - wykorzystanie tworzyw sztucznych
- Brak ekranowania ze względu na to, że tworzywo sztuczne nie przewodzi prądu
- **Rozwiązanie Atotech: Pokrywanie tworzyw sztucznych (POP)**

Źródło: [empcasting](https://www.empcasting.com)

Zakłócenia elektromagnetyczne (EMI)

Co sprawia, że ochrona jest skuteczna?



Pole elektryczne
o niskiej częstotliwości

+



Pole magnetyczne
o niskiej częstotliwości

Materiał o wysokiej przewodności

Materiał o odpowiedniej grubości

Galwanotechnika

Promotor adhezji:
Covertron[®]

Pole elektryczne
Cupracid[®]
(Cu)

Pole magnetyczne
Permalloy (NiFe)

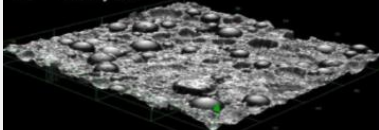
"Grube i ułożone naprzemiennie warstwy metalu" to czuły punkt galwanotechniki

Zakłócenia elektromagnetyczne (EMI)

Kamienie milowe

2014

New Approach
PS > 4.0N/cm



Technologia adhezyjna umożliwiająca bezpośrednie nakładanie warstw ekranujących na żywice

2016

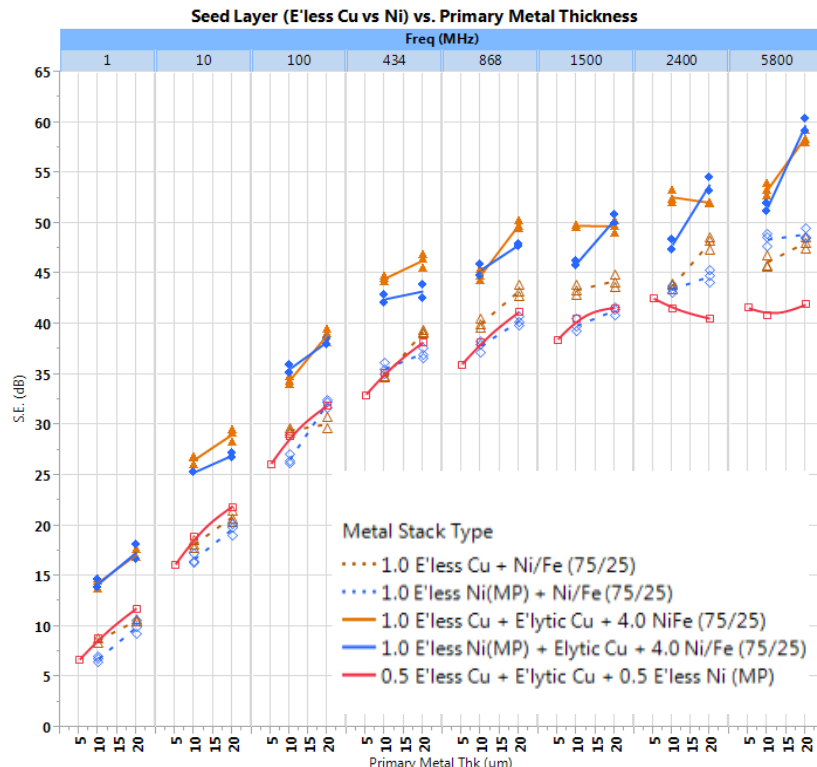
A New Reliable Adhesion Enhancement Process for Directly Plating on Molding Compounds for Package Level EMI Shielding



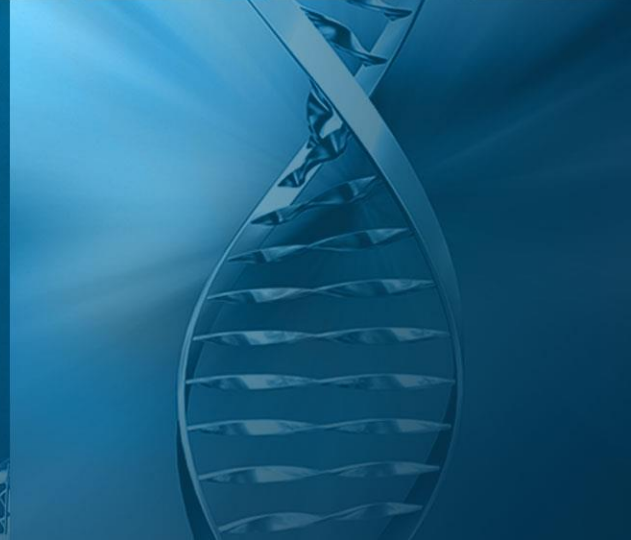
2019

Adjustable EMI Shielding on Electronic Packages Realized by Electrolytic Plating

Ashimaru, Mutsaers, Oskito, Søren Laursen, Dr. Eckert, Khourasia, Henning, Hübner

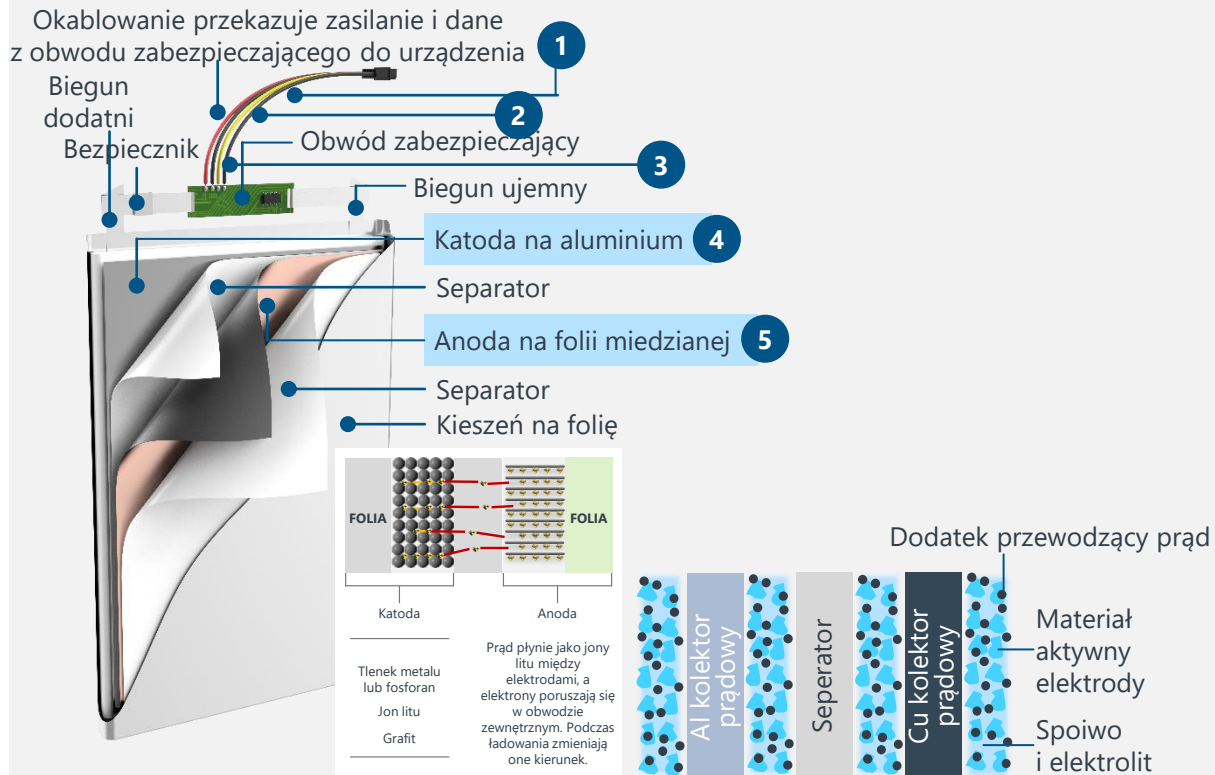


Ogniwa baterijne



Gdzie w bateriach znajdziesz technologie Atotech?

Ogniwo bateryjne



1 Konektory oraz szyny prądowe

Srebrzenie, niklowanie prądowe, niklowanie bezprądowe

2 PCB

Miedziowanie, promotory adhezji oraz efekty wykończeniowe

3 Szyna anodowa

Inhibitory korozji i niklowanie

4 Katodowy kolektor prądu

Adhezja oraz rozwiązania antykorozyjne dla aluminium

5 Anodowy kolektor prądu

Adhezja, miedziowanie, antykorozja

Źródło: <https://www.technologyreview.com/2012/06/19/185373/lithium-ion-battery/> Copyright © 2021, All rights reserved MIT Technology Review; www.technologyreview.com

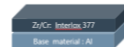
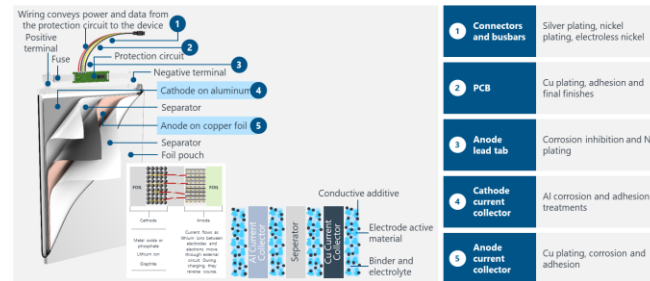
EV – folie do baterii (kolektory prądowe)

Funkcja:

Kolektor prądowy działa jako przewodnik elektryczny pomiędzy elektrodą i obwodami zewnętrznymi

Wymagana obróbka powierzchni:

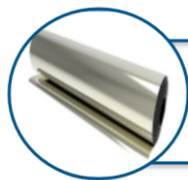
- Obróbka Cu, Al pod kątem uzyskania przyczepności i właściwości antykorozyjnych
- Niklowanie
- Miedziowanie
- Nowe generacje baterii: Powłoki Ni, Ag, Sn



	Adhesion Promotion	Cu Plating	Corrosion Protection
	Current Collectors (AL) Current Collectors (Cu)	Current Collectors (Cu) PET foils	Current Collectors (Al) Current Collectors (Cu) Neg. Lead Tab Foil pouch
	Adhesion Improvement of current collector to active materials/binders For new active materials with increased expansion	High performance Cu Plating Electrolytes High speed, low stress and pin hole free	Cr(VI) free anti-tarnish layer Improved corrosion protection for hydrofluoric acid (HF) with passivation layer
	Adhesion Promotors	High Speed Copper Low stress copper	Corrosion Inhibitors Conversion Coatings

Technologie obróbki powierzchni

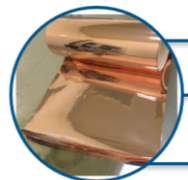
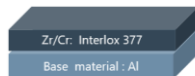
Obróbka folii Al oraz Cu



Based on Zirconium technology

Reach/RoHS conform

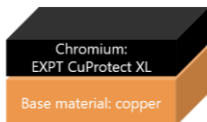
Increases corrosion resistance on Al



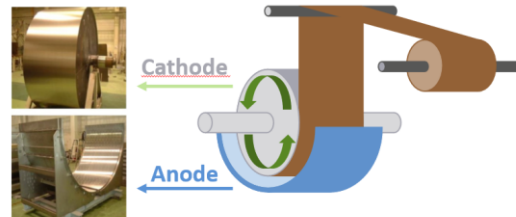
Effective Cu protection

Reach/RoHS conform

Perfect 1:1 substitute for Cr (VI) processes

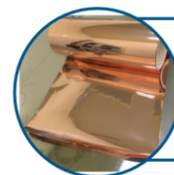


Miedziowanie



Differences to "standard":

- Higher current densities
 - 50 ASD vs 3 – 5 ASD
- Higher temperature
 - 50°C vs 35°C
- Shorter plating time
 - 60s vs 45 min
 - And more...

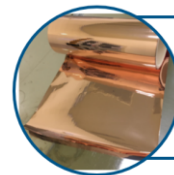
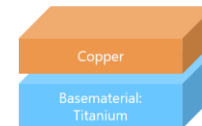


Low internal stress and warpage

Good elongation

Good thickness distribution

Suitable for high current densities

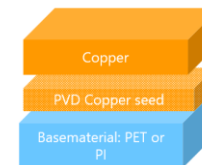


Low internal stress and warpage

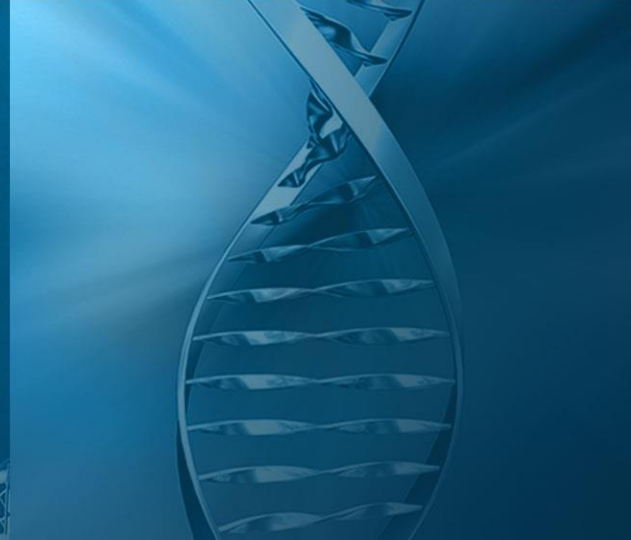
Good elongation

Good thickness distribution

Suitable for low to mid current densities



Pozostałe
zastosowania



EV – Znacznie więcej możliwości

Stacje ładowania, obróbka aluminium, systemy hamulcowe

Stacje ładowania:

Złożone jednostki:
różnorodne rodzaje obróbki
powierzchni



Części wykonane z Al:

- Obróbka aluminium
- Przygotowanie powierzchni pod malowanie
- Strippowanie farb

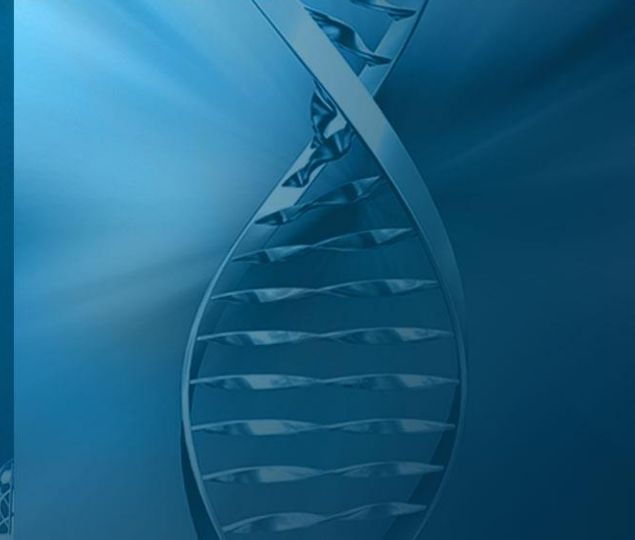


Systemy hamulcowe:

- Ochrona przed korozją
- Przygotowanie powierzchni pod malowanie
- Strippowanie farb



Zielona Energia – Wodór



Wodór

Elektrolizery, ogniwa paliwowe, infrastruktura H₂

Funkcja:

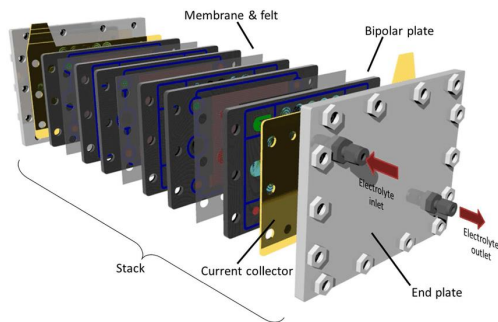
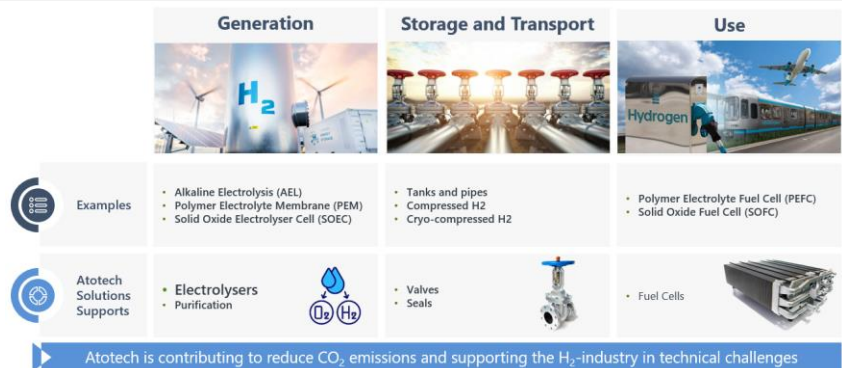
- **Elektrolizery** rozszczepiają cząsteczki wody na wodór i tlen przy użyciu energii elektrycznej.
- **Ogniwa paliwowe** wytwarzają energię elektryczną poprzez łączenie atomów wodoru i tlenu.

Materiał podłoża:

- Stal
- Ti
- Inne

Obróbka powierzchni:

- AEL: Powłoki EN, eNi
- PEM: Powłoki z metali szlachetnych



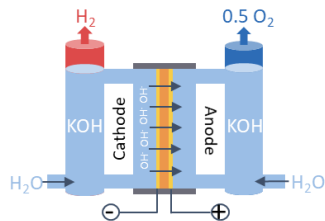
Źródło: <https://shorturl.at/otU03>



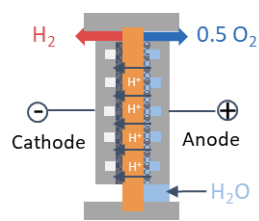
Źródło: <https://shorturl.at/sCEO1>

Elektrolizer

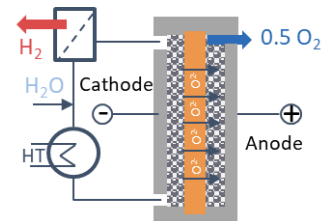
AEL



PEM



SOEC



Elektrolit oraz nośnik ładunku

- Ciekły elektrolit
- Alkaliczny
- KOH/OH-

Elektroda i płytka dwubiegunowa

- Nikiel Raneya
- Stal nierdzewna / EN lub Ni
- Żeliwo / EN or Ni

Rozwiązanie Atotech

- ELeVEN® LP 350 (wysoko fosforowy EN)
- Nichem MP 1188 (średnio fosforowy EN)
- Ni/Fe

- Elektrolit z membraną polimerową
- Kwaśny
- H⁺

- Metale szlachetne (Płatyna/Iryd)
- Nowe koncepcje jak stop Pt/Ni

- Nichem® HP1170 (wysoko fosforowy EN)
- Platinor®

- Elektrolit w stanie stałym
- Tlenek ceru
- O²⁻

- Ni-Cer, Perowskit

- Atotech poszukuje możliwości głębszego poznania technologii,
- aby opracować odpowiednie procesy

Procesy metalizacji Atotech zwiększające wydajność oraz zapewniające długotrwałą stabilność

Elektrolizer

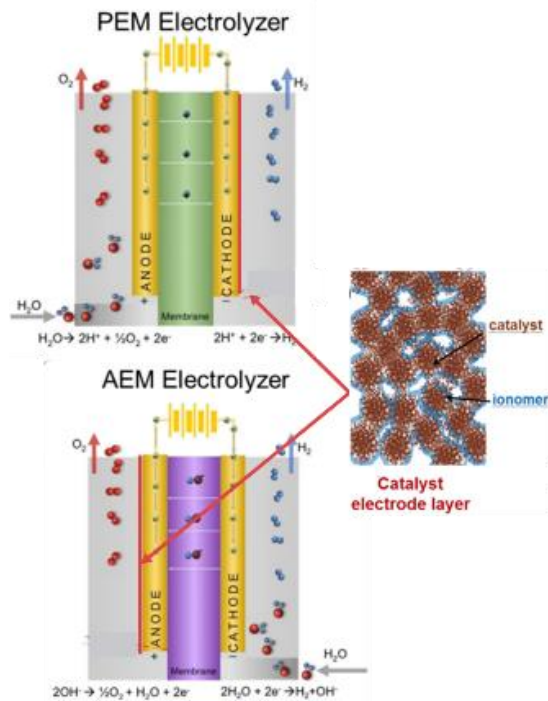
Elektrolizer wodoru



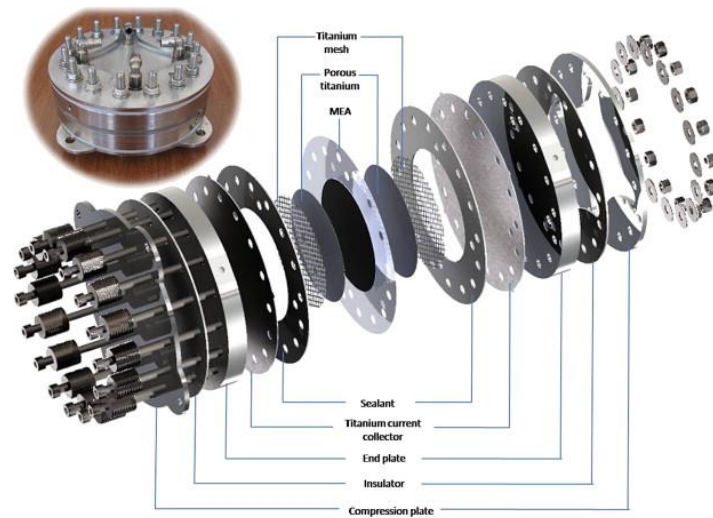
Źródło: <https://shorturl.at/wAMZ3>



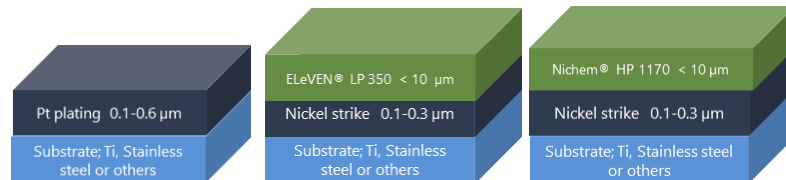
Źródło: <https://shorturl.at/hpNV6>



Źródło: <https://shorturl.at/qPUZ1>



Źródło: [Academic Library](#)



Ogniwo wodorowe



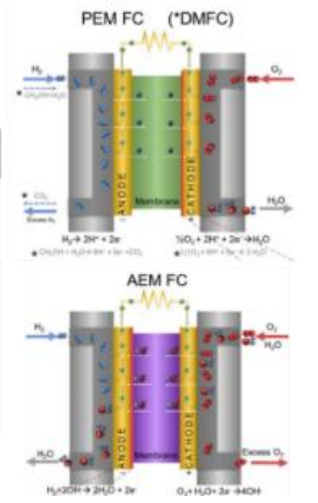
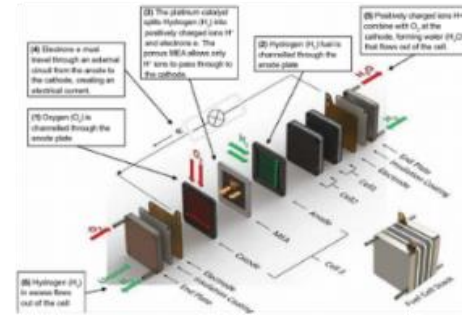
Źródło: <https://shorturl.at/izEO2>



Źródło: ZF and Freudenberg



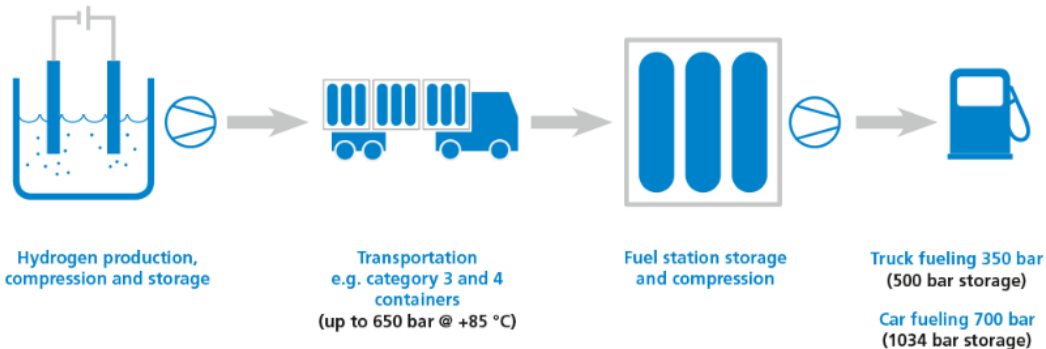
Źródło: <https://shorturl.at/xNO12>



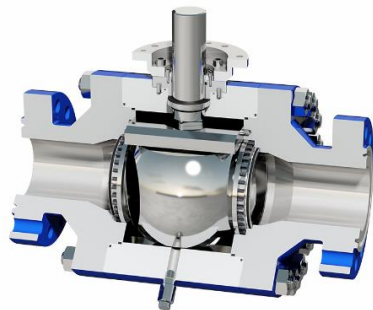
Źródło: <https://www.mdpi.com/1099-4300/24/7/1009>

Pt plating 0.1-0.6 μm	Substrate; Ti, Stainless steel or others
ElEVEN® LP 350 < 10 μm	Nickel strike 0.1-0.3 μm
Substrate; Ti, Stainless steel or others	
Nichem® HP 1170 < 10 μm	Nickel strike 0.1-0.3 μm
Substrate; Ti, Stainless steel or others	

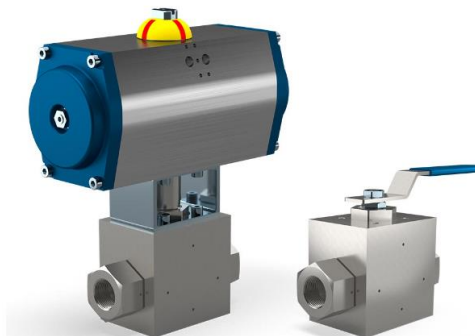
Magazynowanie i transport



Źródło: <https://shorturl.at/uyCDK>



Źródło: <https://shorturl.at/fsTX8>

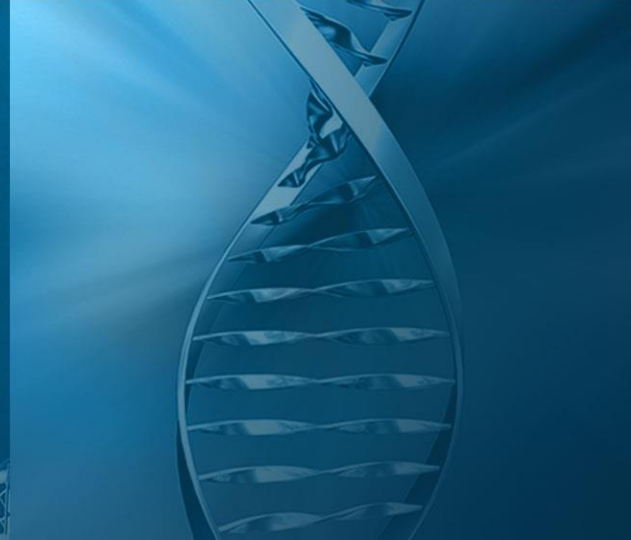


Źródło: <https://shorturl.at/cpuBM>



Źródło: <https://shorturl.at/xCJ14>

Zielona Energia:
Ogniwa
Fotowoltaiczne



Ogniwa fotowoltaiczne

Funkcja:

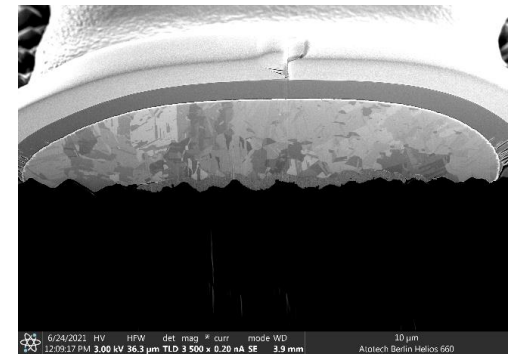
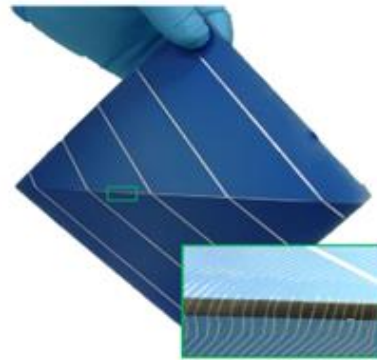
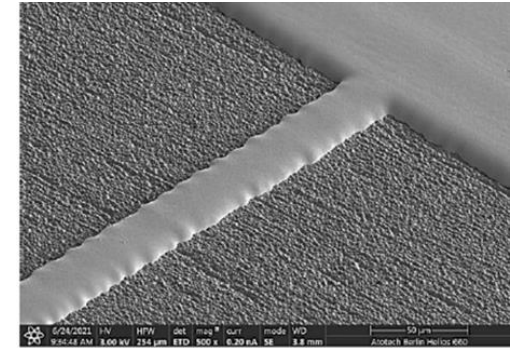
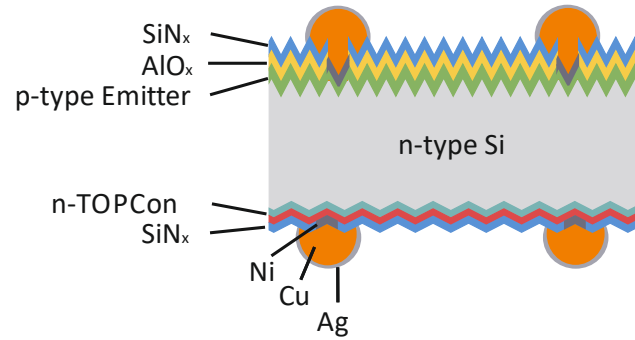
Przekształcanie światła słonecznego w energię elektryczną

Materiał podłoża:

- Płytki krzemowa
- Napyłona warstwa metalu

Obróbka powierzchni:

- Przygotowanie powierzchni
- Powłoki Cu, Ni, Sn, Ag



Rozwiązania dla energii - Fotowoltaika

Potrzeba alternatywy dla technologii sitodruku Ag



15 USD/oz

Wzrost ceny srebra od Q2 2019 do dziś

23 USD/oz

Źródło: Kitco

+ 53 %

2000

2021

...

1 %

12 %

...

Udział srebra dostępnego dla przemysłu solarnego do jego całkowitej globalnej ilości

Źródło: metals focus

Zużycie przewodzącej srebrnej pasty

PERC

TOPCon
+ 50%

HTJ
+ 200%

Dzisiejsza technologia

Przewiduje się, że do 2030 r. zdobędzie do 60% udziału w rynku.

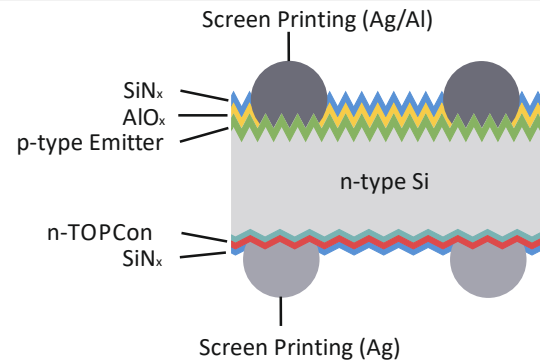
Wysoka wydajność

Metallization technologies

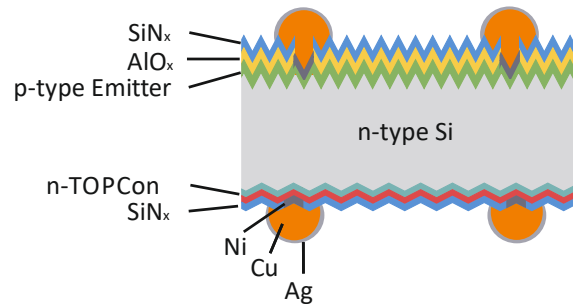
PERC, TopCON, IBC, HJT

- PERC – klasyczna technologia metalizacji oparta na nadruku pasty Ag
- TopCON, IBC, HJT – zaawansowane technologie obejmujące metalizację galwaniczną
- Kluczowe korzyści technologii galwanicznych
 - Wyższa wydajność ogniwa
 - Lepszy kontakt i odporność na zakłócenia
 - Ciągliwa i odporna na naprężenia metalizacja
 - Oszczędność/eliminacja kluczowego surowca - Ag

Klasyczna metalizacja sitodrukiem Ag



Metalizacja galwaniczna Ni/Cu/Ag Atotech



Dziękujemy!

Atotech GMF Seminar Poland 2023

19 – 21 września, 2023
Zamek Janów Podlaski, Poland

