

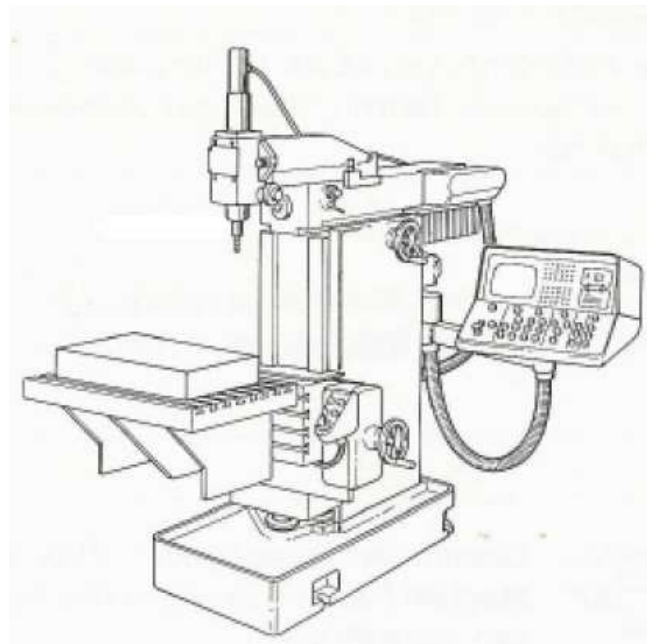
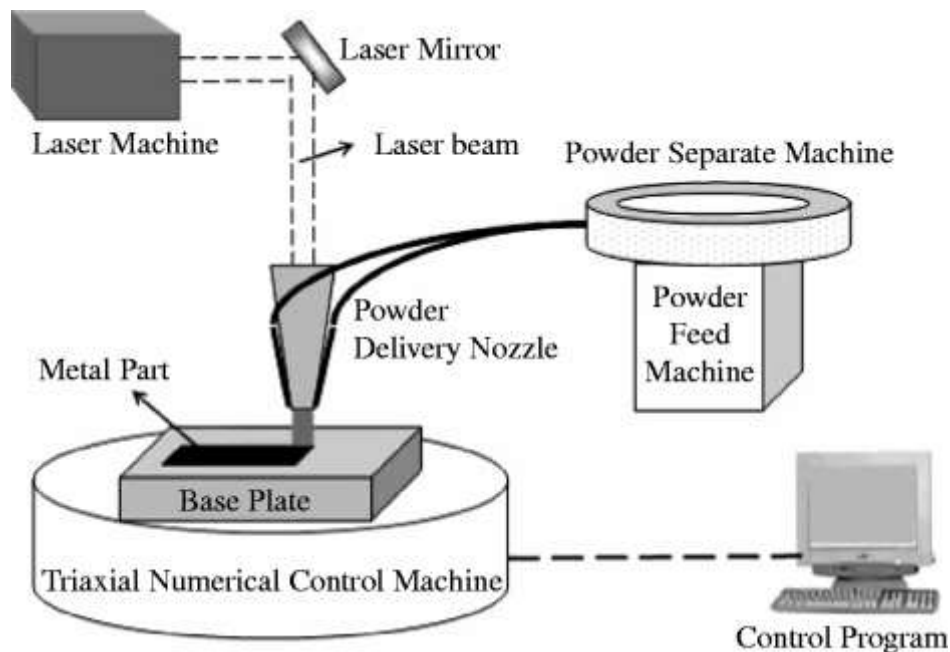
Hybridní technologie

Ing. Petr Keller, Ph.D.

Hybridní technologie

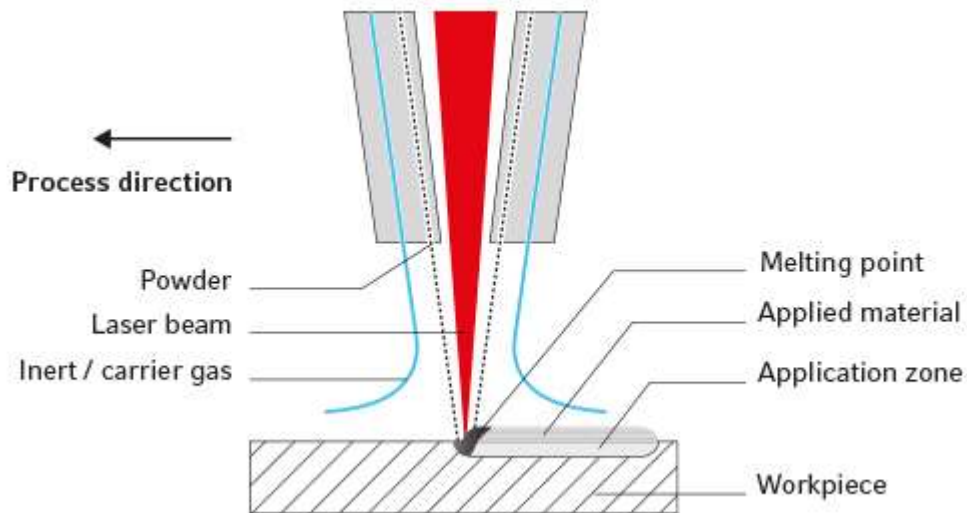
Aditivní + subtraktivní technologie

dnes obvykle DED + víceosé frézování

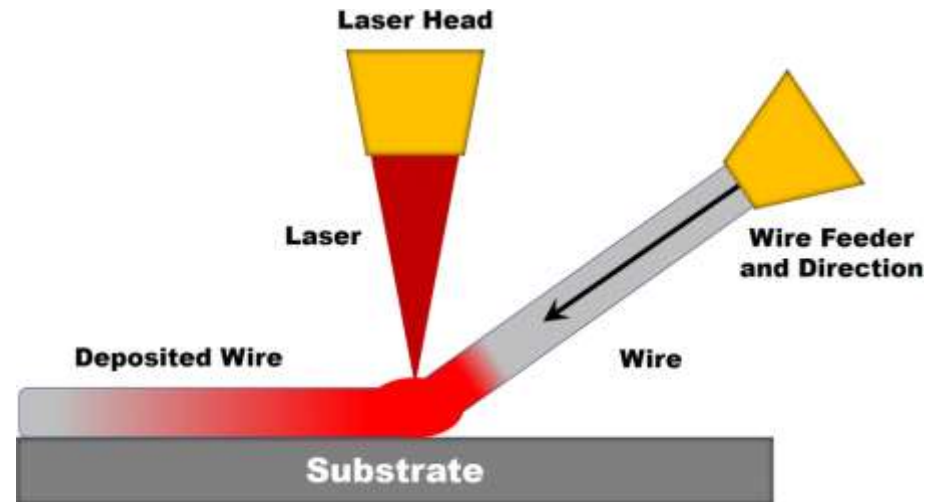
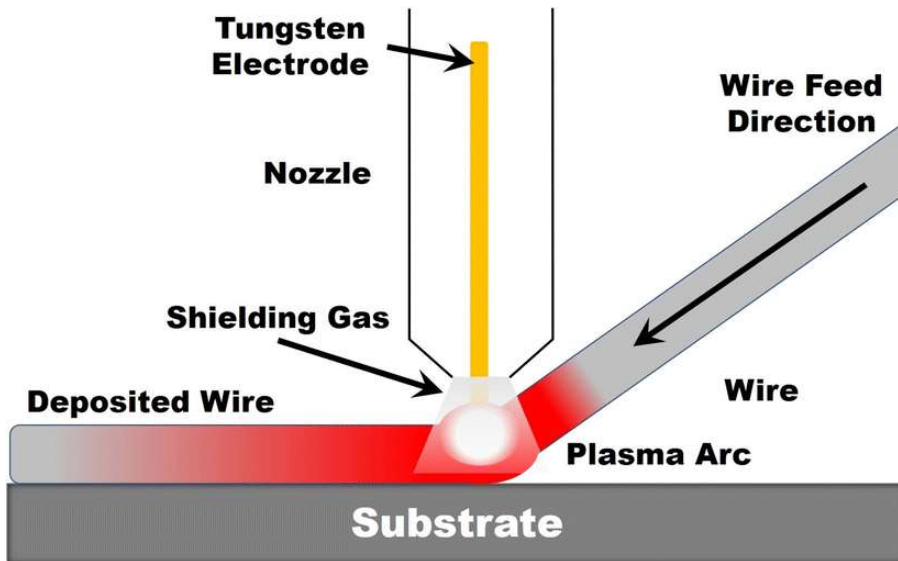


Directed Energy Deposition – Laser cladding

Laserové navařování kovového prášku výkonným laserem, včetně adaptivní regulace výkonu laseru.

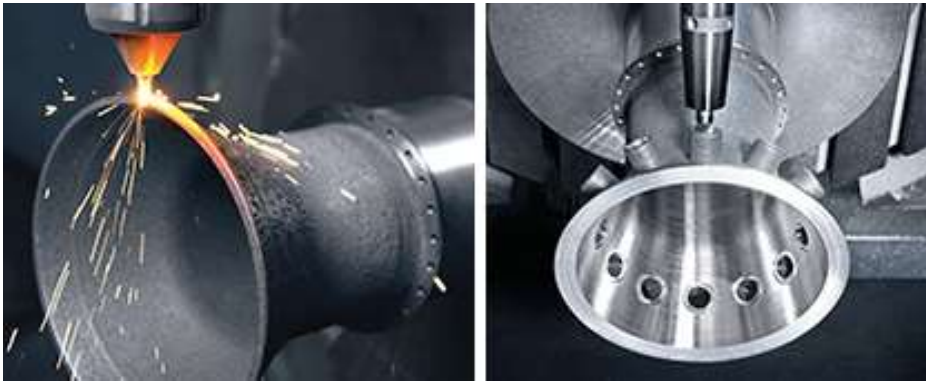


Directed Energy Deposition – MIG / MAG / TIG navařování



Hybridní technologie

- stroje umožňující výrobu dílů kombinací obráběcích technologií s jinými technologiemi, často právě s aditivními technologiemi
- integrace svařovací hlavy (např. technologie laser cladding) do pětiosých frézovacích center nebo multifunkčních obráběcích center



Hybridní technologie – DMG Mori

Laser deposition + pětiosé frézování



Zdroj: dmgmori.com

Hybridní technologie – DMG Mori



Hybridní technologie – DMG Mori



Hybridní technologie

Kovosvit MAS ve spolupráci s ČVUT vyvinul již druhý, tzv. hybridní stroj pod obchodním názvem **WeldPrint**. Jde o technologii 3D tisku z kovu, která byla plně vyvinuta v České republice a patří do kategorie Hybrid Manufacturing (HM).

Umožňuje vytvářet kovové dílce navařováním pomocí elektrického oblouku a jejich obrábění v jednom pracovním prostoru s výrazně menšími náklady než u jiných technologií 3D tisku z kovu.

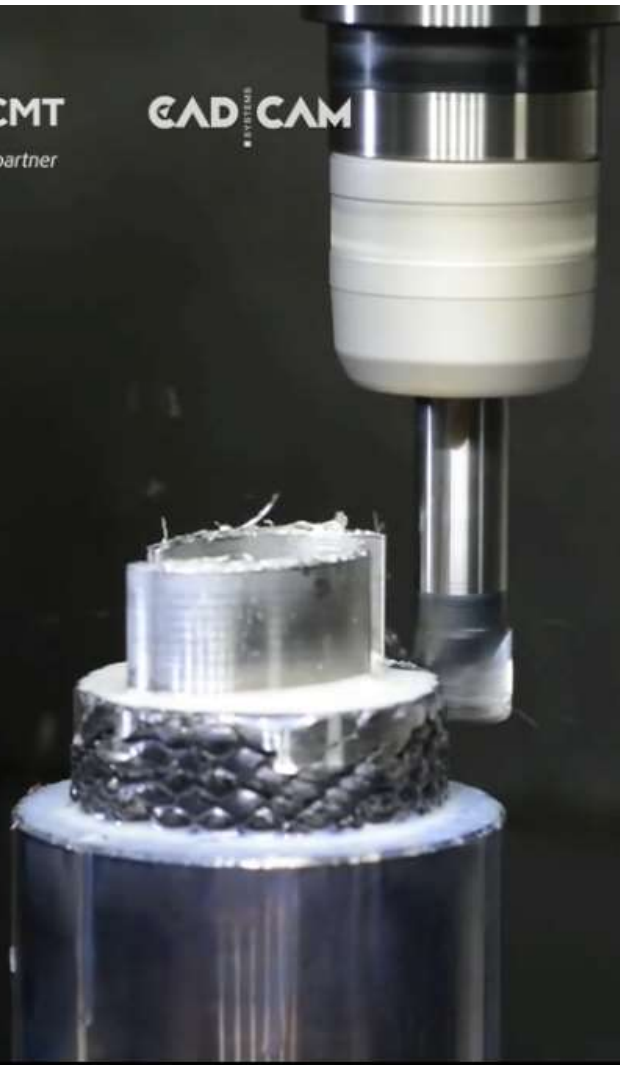
Stroj WeldPrint 2 vychází z koncepce nového frézovacího pětiosého stroje MCU 450 s portálovou nosnou strukturou.



Hybridní technologie – WeldPrint



www.kovosvit.cz



Hybridní technologie – WeldPrint

Vlastnosti technologie WAAM

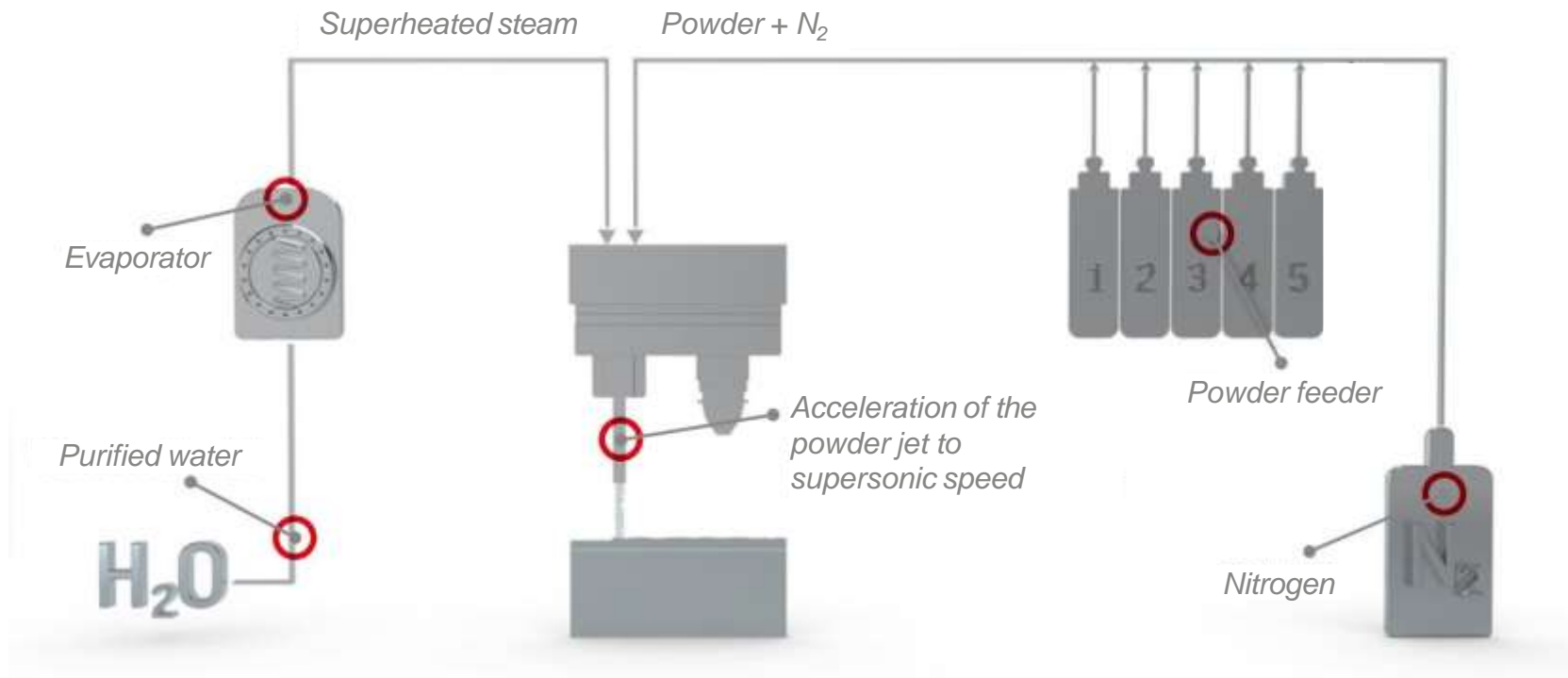
(Wire and arc additive manufacturing)

- Levnější až o 70% oproti laserovým hybridním technologiím
- Kombinace aditivní a subtraktivní výroby v jednom pracovním prostoru
- Rychlá tvorba dílů díky vysoké rychlosti procesu
- Komplexní díly cca \varnothing 500 mm a výšce 480 mm (max. hmotnost 400 kg)
- Možnost stavby odlehčených vnitřních struktur
- Možnost výroby nových dílů i opravy (repase) starších opotřebovaných
- Vývoj od r. 2013 (Kovosvit MAS + ČVUT)

Hybridní technologie

Metal-Powder-Application (MPA) by Hermle

Schéma stroje

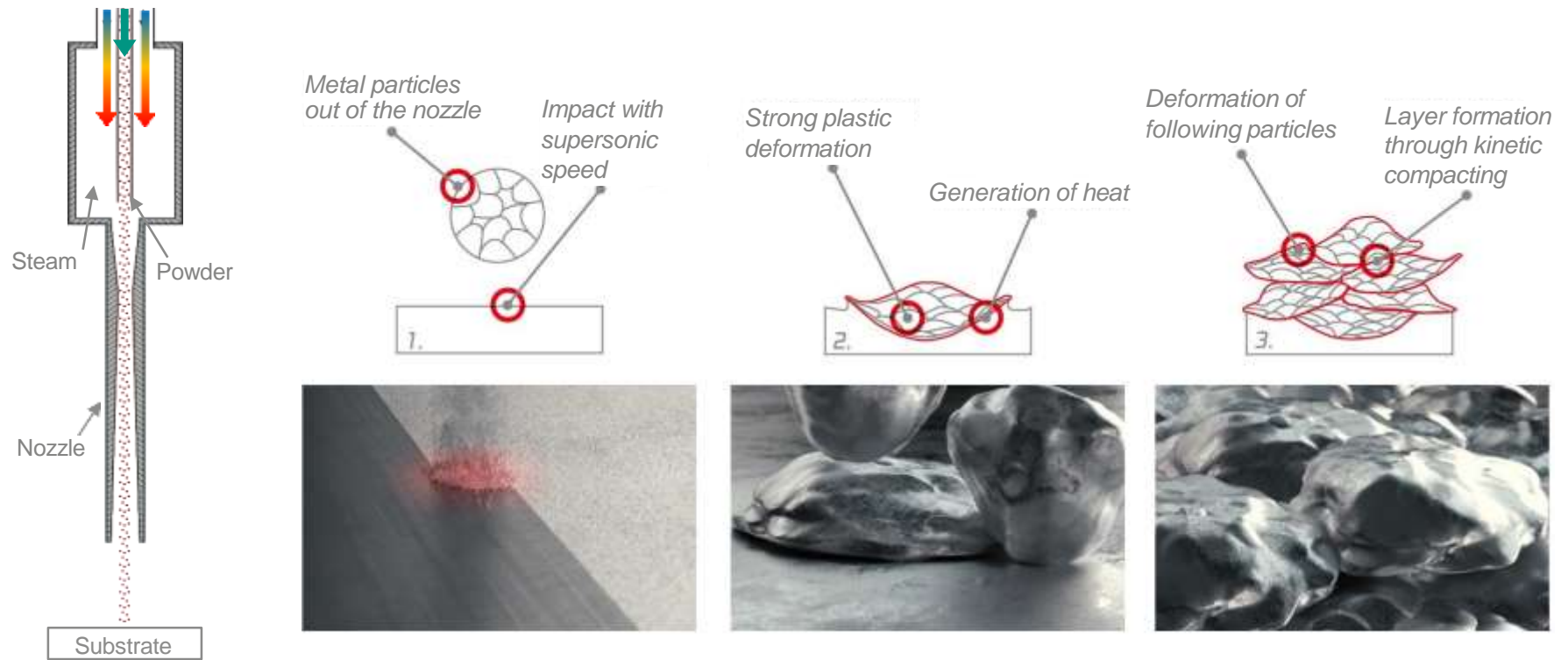


5/26/2023

Hybridní technologie

Metal-Powder-Application (MPA) by Hermle

Princip aplikace



5/26/2023

Hybridní technologie

Metal-Powder-Application (MPA) by Hermle



MPA
The processes

Hybridní technologie

Metal-Powder-Application (MPA) by Hermle

Použitelné materiály:

Steels

- Hot work tool steels
 - 1.2343 (H11 / X37CrMoV5-1)
 - 1.2344 (H13 / X40CrMoV5-1)
 - 1.2083 (420 / X40Cr14)
 - 1.2367 (H10 / X38CrMoV5-3)
- Cold work tool steels
 - 1.2333 (- /G59CrMoV18-5)
 - 1.2379 (D2 / X153CrMoV12)
- Stainless steels
 - 1.4404 (316L / X2CrNiMo17-12-2)
 - 1.4313 (415 / X3CrNiMo13-4)

Others

- Water soluble filling material
- Copper
- Copper-based alloys
- Invar

R&D

- Aluminium
- Titan
- Inconel

5/26/2023

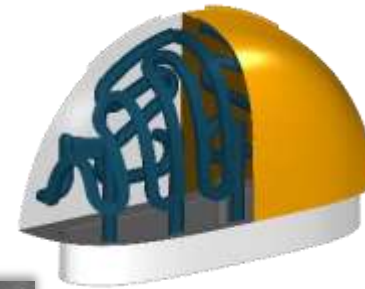
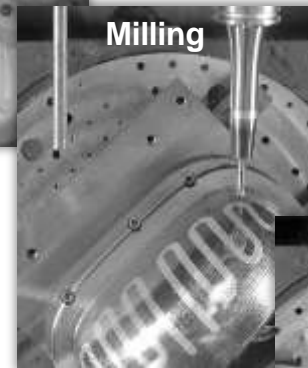
Hybridní technologie

Metal-Powder-Application (MPA) by Hermle

Příklad aplikace – chladicí kanál

Ve vodě rozpustný výplňový materiál

- Zpracování pomocí MPA
- Dobrá obrobiteľnosť
- Umožňuje výrobu dutin / chladicích kanálů

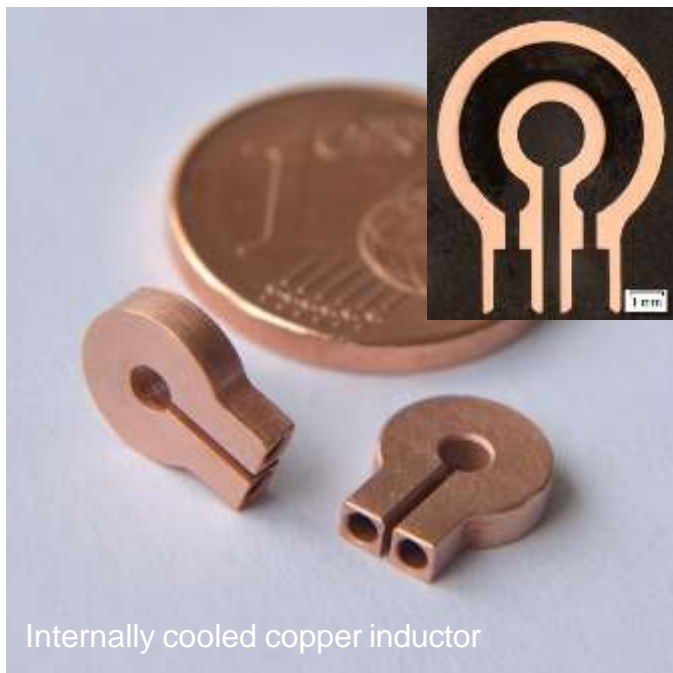


Hybridní technologie

Metal-Powder-Application (MPA) by Hermle

Příklady použití - velikosti komponent

pár gramů



stovky kilogramů

Tool for press hardening



Hybridní technologie

Metal-Powder-Application (MPA) by Hermle

Příklady použití - funkční součásti



Hybridní technologie

Metal-Powder-Application (MPA) by Hermle

Vlastnosti technologie MPA

- Služba poskytovaná společností Hermle
- Kombinace aditivní a subtraktivní výroby
- Rychlá tvorba dílů díky vysoké rychlosti procesu
- Komplexní komponenty od 2x10 mm do cca 650x650 mm
- Konformní chladič kanály a dutiny
- Komponenty z více materiálů
- Vynikající tepelný management
- Od výroby jednotlivých dílů až po sériovou výrobu
- Optimální vlastnosti materiálu
- Neustálý vývoj díky odborným znalostem v oblasti výzkumu a vývoje

Výhody hybridních technologií

- kovové díly
- kombinace obrábění a nanášení → „neomezené“ tvary a vysoká přesnost a kvalita povrchu
- možnost kombinovat více materiálů v rámci jednoho dílu
- **možnost opravy vrstvy / dílu, pokud je třeba**

Nevýhody hybridních technologií

- problém s vnitřním pnutím v materiálu u technologií navařujících vrstvy pomocí zdroje tepla (laser, oblouk)
- zatím velmi drahé technologie
- vývoj softwarového vybavení mělo výrazné zpoždění proti vývoji technologie – pár let po uvedení prvního stroje na trh neexistoval SW kombinující podporu obrábění (CAM) i nanášení materiálu