



# Cobalt-Free Titanium Carbonitride based Cermet and its Products

## Cermet à base de carbonitride de titane sans cobalt and ses produits

### Low cost cermet with superior high temperature mechanical properties

### Cermet économique avec des propriétés mécaniques à haute température supérieures

#### Introduction

The increasing demand for high strength alloy materials in advanced manufacturing industries post new challenges to carbide material engineering as conventional cemented carbides are not good enough for high speed machining. Cemented carbides use up precious tungsten and cobalt in the metallurgical process, rendering their use not economical in advanced manufacturing of automobiles, trains, and high quality energy equipment.

In this invention, cobalt-free titanium carbonitride (Ti(C,N)) based cermets are developed to substitute conventional cemented carbides, with superior high temperature mechanical properties at much lower cost. While other processes often require addition of cobalt to maintain transverse rupture strength (TRS) and fracture toughness at the expense of reduced wear and oxidation resistance, this novel process uses microcrystalline phase boundary strengthening and valence-electron structure changing instead of use of cobalt. The cobalt-free cermets not only have improved hardness and TRS, but also demonstrate excellent high temperature wear and oxidation resistance, making them ideal for machining high strength materials.

#### Introduction

La demande croissante en matière d'alliages haute résistance dans les industries de fabrication avancées présente de nouveaux défis pour le génie des matériaux carbures, les carbures cimentés classiques n'étant pas appropriés à l'usinage à haute vitesse. Les carbures cimentés consomment du tungstène et du cobalt dans le processus métallurgique, ce qui rend leur utilisation coûteuse pour la fabrication avancée d'automobiles, de trains et d'équipements énergétiques de haute qualité.

Dans cette invention, les cermets à base de carbonitride de titane sans cobalt (Ti(C,N)) sont développés pour remplacer les carbures cimentés classiques avec des propriétés mécaniques à haute température supérieures pour un coût bien moindre. Tandis que les autres processus exigent souvent d'ajouter du cobalt pour maintenir la limite de rupture transversale (LRT) et la ténacité à la rupture, aux dépens d'une résistance à l'usure et à une oxydation réduite, ce nouveau processus utilise un durcissement des joints en phase microcristalline et une transformation de structure à électrons de valence, plutôt que du cobalt. Les cermets sans cobalt ont non seulement une meilleure dureté et LRT, mais font également preuve d'une excellente résistance à l'usure et à l'oxydation à haute température, ce qui les rend idéaux pour les matériaux d'usinage à haute température.



Materials	Density	Hardness	Transverse rupture strength (TRS)
Co-free Ti(C,N) based cermets	6.0-6.8 g/cm <sup>3</sup>	84-93 HRA	≥ 1800MPa
WC-8% Co cemented carbides	14.4-15.0 g/cm <sup>3</sup>	89 HRA	1670 MPa

#### Special Features and Advantages

- Allowing high speed machining due to its weak affinity and low friction coefficient with irons, steels, brass and copper
- Strong hardness and high resistance to wear, oxidation and adherence at 700-1100°C
- Reduced cost (35-45% of tungsten carbide-cobalt (WC-Co) hard metals)
- Good corrosion resistance in acidic, alkaline and salt solutions
- Life time and cutting speed are 1-2 times and 1-3 times higher than cemented carbide respectively

#### Caractéristiques Particuliers et Avantages

- Permet un usinage à haute vitesse en raison de sa faible affinité et de son faible coefficient de friction avec le fer, l'acier, le laiton et le cuivre
- Grande dureté et haute résistance à l'usure, à l'oxydation et à l'adhérence entre 700 et 1100°C
- Coût réduit (35-45% de métaux durs en carbure de tungstène-cobalt (WC-Co))
- Bonne résistance à la corrosion dans les solutions acides, alcalines et salines
- La durée de vite et la vitesse de coupe sont respectivement 1 à 2 fois et 1 à 3 fois plus élevées que le carbure cimenté

#### Application(s)

- Dry cutting tools for high strength structural steels, Fe-based superalloys, stainless steel, electromagnetic iron, brass, copper, etc
- Hot extrusion moulds and dies for brass, copper and stainless steels with lifetime 15-20 times higher than the commonly used 3Cr2W8V mould steel.
- The technology is already used by Zhuzhou Mingri Cemented Carbide Co Ltd for a number of products in space electronics, oil exploration and automobile industries.

#### Application(s)

- Outils de découpe à sec pour les aciers structurels haute résistance, les superalliages à base de Fe, l'acier inoxydable, le fer électromagnétique, le laiton, le cuivre, etc
- Moules et tampons de moules d'extrusion à chaud pour le laiton, le cuivre et les aciers inoxydables avec une durée de vie de 15 à 20 fois plus élevée que l'acier de moule 3Cr2W8V qui est couramment utilisé
- Cette technologie est déjà utilisée par la société Zhuzhou Mingri Cemented Carbide Co Ltd pour un certain nombre de produits dans les industries de l'électronique spatiale, de l'exploration pétrolière et de l'automobile.

#### Award:

2009 Hubei Scientific and Technological Award: First Prize  
2009 China National Invention Patent Award: Excellent Prize  
2008 China Scientific and Technological Award: Second Prize

#### Patents:

PRC Patents: ZL01133646.3, ZL200410061025.9, ZL200410061024.4, ZL200810048655.0, ZL200810236903.4, ZL200810197656.1, ZL200810047931.1

#### Principal Investigators:

Prof. Weihao XIONG, Prof. Kun CUI, Dr. Qingqing YANG  
State Key Laboratory of Materials Formation and Dies & Moulds Technology  
Huazhong University of Science and Technology  
Email: whxiong@mail.hust.edu.cn