จดหมายข่าว: เทคนิค EDM และการปั๊มความเร็วสูง

เทคนิคการตัดเฉือนคาร์ไบด์ | การวิเคราะห์เกรดไม่กัดกร่อน | เกรดใหม่ CBS30 & CBU22

1. เทคนิคการตัดเฉือนคาร์ไบด์ (Carbide Machining Technique)

ความแข็งสูงของคาร์ไบด์ทำให้เหมาะสำหรับการตัดเฉือนผ่านกระบวนการ WEDM (Wire Electrical Discharge Machining), EDM (Electrical Discharge Machining) และการบด (Grinding) เท่านั้น นอกจากนี้คาร์ไบด์ไม่ทนความร้อน อุณหภูมิที่เกิน 700°C จะเปลี่ยนคุณสมบัติและทำให้เกิดรอยแตกร้าวจากความร้อน ดังนั้นการควบคุมกระแสไฟฟ้าอย่างแม่นยำในกระบวนการ WEDM จึงมีความสำคัญยิ่ง

ผิวของคาร์ไบด์หลังการทำ WEDM มี 3 โซน:

โซน 1 (3–5μm): ชั้นกัดเซาะ — วัสดุตกค้างและวัสดุที่เกาะติด

โซน 2 (9μm): ชั้นรอยแตกจากความร้อน (Thermal Crack Layer)

โซน 3: ชั้น OK — วัสดุที่สมบูรณ์

ปัญหาที่อาจเกิดจากรอยแตกจากความร้อน:

1. การแตกระเบิดที่ผิวระหว่างการบด
2. การแตกหักของพันช์หรือดายระหว่างการปั๊ม
3. การพบรอยแตกบนชิ้นส่วนดาย
4. ปัญหาความต้านทานการสึกหรอ

สิ่งเหล่านี้ทำให้คุณภาพโดยรวมและอายุการใช้งานของพันช์และดายลดลง

กลยุทธ์ WEDM ที่แนะนำ: ตัดหยาบ 2 ครั้ง + ตัดละเอียด 5 ครั้ง เพื่อลดความเสี่ยงรอยแตกจากความร้อน ด้วยเทคโนโลยี WEDM ที่ก้าวหน้า ปัจจุบันใช้กลยุทธ์ตัดหยาบ 1 ครั้ง + ตัดละเอียด 3 ครั้ง โดยรักษามาตรฐานการตัดแต่ละครั้ง

★ สำคัญ: การตกแต่งผิวขั้นสุดท้ายต้องได้ Ra 0.17μm เพื่อให้ผิวมีคุณภาพผ่านมาตรฐาน

ตารางมาตรฐานการตัด WEDM แต่ละครั้ง:

ลำดับการตัด (AGIE)	Ra (μm)	ความลึกการกัด WEDM (μm)	รอยแตกจากความร้อน (μm)	ชั้นกัดกร่อน (μm)
ครั้งที่ 1 (หยาบ)	1.46	ถึง 10μm	<20μm	ถึง 20μm
ครั้งที่ 2 (หยาบ)	0.91	ถึง 6μm	<10μm	ถึง 10μm
ครั้งที่ 3 (ละเอียด)	0.86	ถึง 6μm	<10μm	ถึง 8μm
ครั้งที่ 4 (ละเอียด)	0.80	ถึง 6μm	<10μm	ถึง 8μm
ครั้งที่ 5 (ละเอียด)	0.75	ถึง 5μm	—	ถึง 8μm
ครั้งที่ 6 (ละเอียด)	0.51	ถึง 4μm	—	ถึง 6μm
ครั้งที่ 7 (ละเอียด)	**0.17**	ถึง 1μm	—	ถึง 3μm

2. หลักการทำงานและข้อควรระวัง WEDM

WEDM (Wire Electrical Discharge Machining) ใช้ลวดทองแดงเป็นขั้วไฟฟ้าที่มีประจุ นำมาใกล้ชิ้นงานที่มีประจุตรงข้ามในตัวกลางของเหลวเพื่อก่อให้เกิดการกัดเซาะด้วยประกายไฟ กระบวนการ WEDM ใช้กระแสตรง (DC) พร้อมตัวเก็บประจุเพื่อสร้างวงจรการชาร์จและคายประจุในตัวกลางฉนวนของเหลว เมื่อลวดขั้วไฟฟ้าเข้าใกล้ชิ้นงานในระยะ 0–5 ไมโครเมตร คุณสมบัติฉนวนของตัวกลางลดลง ทำให้เกิดประกายไฟ แล้วแรงดันไฟฟ้าตกลงเป็นศูนย์และชาร์จใหม่ กระบวนการซ้ำนี้กัดผิวชิ้นงานให้ได้รูปร่างและความแม่นยำที่ต้องการ

คุณภาพของกระบวนการ WEDM ขึ้นอยู่กับความเสถียรของพัลส์ไฟฟ้า ซึ่งส่งผลต่อความแม่นยำและอายุการใช้งานของพันช์และดายหลังการตัดเฉือน

กรณีศึกษา:

กรณีศึกษา: ตัวอย่างที่ได้รับมีการแตกหักที่ขอบตัด จากการตรวจ SEM พบว่าการแตกหักเกิดจากกระบวนการ WEDM ที่ไม่ถูกต้อง ไม่ใช่ความบกพร่องของวัสดุ สาเหตุหลักคือผิวที่ถูกกัดเซาะไม่ถูกกำจัดออกอย่างเพียงพอในการตัดหยาบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ทำให้รอยกัดเซาะยังคงอยู่จนถึงการตัดละเอียด ส่งผลให้เกิดความเสียหายที่ลึกกว่าเดิม

---

3. หลักการทำงานเกรดไม่กัดกร่อน (Corrosion Free Grade)

คาร์ไบด์ประกอบด้วยทังสเตนคาร์ไบด์และโคบอลต์ โดยโคบอลต์ทำหน้าที่เป็นตัวยึดที่เพิ่มความเหนียวต่อการแตกหัก จากมุมมองทางเคมีไฟฟ้า โคบอลต์จัดเป็นโลหะที่ไม่ใช่โลหะมีค่า (Non-noble metal) ในระหว่างการตัดเฉือนคาร์ไบด์ การสัมผัสกับน้ำไดอิเล็กตริกและสิ่งเจือปนอื่นๆ อาจทำให้เกิดการกัดกร่อนทางเคมีไฟฟ้า แสดงเป็นรูพรุน (Pitting) ซึ่งคือการออกซิเดชั่นและการละลายของโคบอลต์ที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำหน้าที่เป็นตัวยึดในทังสเตนคาร์ไบด์ลดลง

เกรด NF ลดอัตราการสูญเสียโคบอลต์ได้ถึง 80 เท่า และเพิ่มความเสถียรของคาร์ไบด์ในระหว่างกระบวนการ WEDM และการตัดเฉือนอื่นๆ ความต้านทานการกัดกร่อนทำได้โดยการผสมสารยับยั้งการกัดกร่อนเข้าในผงวัสดุระหว่างการเตรียมเกรด เมื่อเกรด NF สัมผัสกับสารไดอิเล็กตริก (เช่น ออกซิเจน น้ำ สารหล่อลื่น) จะเกิดชั้นออกไซด์บางๆ ป้องกันบนผิวคาร์ไบด์

ข้อดีของการใช้เกรด CF และ NF:

1. เพิ่มความสามารถในการทนต่อสภาพไดอิเล็กตริกรุนแรงในกระบวนการ WEDM ลดต้นทุนการกรอง
2. ไม่ต้องใช้มาตรการป้องกันการกัดกร่อนเพิ่มเติม ลดผลกระทบต่อผิวที่ตัดเฉือน
3. รักษาคุณภาพผิวที่ดีหลังการตัดเฉือน ป้องกันการติดขณะปั๊มจึงยืดอายุการใช้งาน
4. ลดอัตราการกัดกร่อนได้อย่างมีนัยสำคัญถึง 80 เท่า

กรณีศึกษา 1 (เครื่อง AGIE CHARMILLE):

เงื่อนไข: Ra 0.2μm, ค่าการนำไฟฟ้า 15–20μS, ตัดเฉือน 23 ชั่วโมง แล้วแช่ในถัง 63 ชั่วโมง ผล: คาร์ไบด์ที่ไม่มีความต้านทานการกัดกร่อนเกิดการสูญเสียโคบอลต์ถึง 35μm ซึ่งมากกว่าค่าเผื่อการเจียรหลายเท่า ในขณะที่เกรด CF และ NF ไม่พบร่องรอยการกัดกร่อน

กรณีศึกษา 2 (เครื่อง MITSUBISHI):

เปรียบเทียบพันช์ 2 ชิ้น: พันช์ 1 (เกรด WF30) — ลูกค้าร้องเรียนเรื่องขอบตัด สึกหรอเร็ว พบรอยกัดกร่อนลึกถึง 6μm พันช์ 2 (เกรด NFS26) — พบการสึกหรอปกติเท่านั้น อายุการใช้งานเพิ่มขึ้นกว่า 30% ไม่พบชั้นกัดกร่อน

---

4. สารทำความสะอาดที่เป็นอันตรายต่อคาร์ไบด์ — อะซิโตน (Acetone)

การกัดกร่อนยังคงเป็นความท้าทายสำคัญในการตัดเฉือนความแม่นยำ อาจเพิ่มค่าพิกัดความเผื่อมิติถึง 5–7µm ในชิ้นส่วนที่ตัดเฉือนอย่างแม่นยำ ทำให้ความถูกต้องของการตัดเฉือนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้อุณหภูมิชิ้นงานที่สูงขึ้นระหว่างการตัดเฉือนจะเร่งการกัดกร่อนและอาจลดอายุการใช้งานถึง 10–20%

นอกจากการใช้เกรด CF และ NF แล้ว ยังต้องหลีกเลี่ยงสารทำความสะอาดที่มีฤทธิ์กรดหรือด่างสูงเมื่อทำความสะอาดชิ้นส่วนที่ตัดเฉือนแล้ว อะซิโตนเป็นสารเคมีที่เป็นอันตรายอย่างชัดเจนที่อาจทำให้คาร์ไบด์กัดกร่อนอย่างรุนแรง

แม้ว่าอะซิโตนจะมีประสิทธิภาพในการขจัดไขมันและราคาค่อนข้างถูก แต่การใช้อะซิโตนทำความสะอาดชิ้นส่วนคาร์ไบด์ทังสเตนอาจทำให้เกิดการกัดกร่อนรุนแรงและรอยแตกขนาดเล็กบนผิว ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาการแตกระเบิดระหว่างการใช้งาน

กรณีศึกษา 3:

กรณีศึกษา 3 (ชิ้นส่วนแตกหักหลังใช้อะซิโตนทำความสะอาด): ลูกค้าพบการแตกหักที่ขอบตัดของชิ้นส่วนดาย จากการสอบสวนพบว่าปัญหาเกิดจากการกัดกร่อนรุนแรงที่เกิดจากการใช้สารทำความสะอาดไม่ถูกต้องเพื่อกำจัดน้ำมันออกจากชิ้นส่วน การกัดกร่อนทำให้คุณภาพผิวของดายเสื่อมลงและทำให้เกิดการติดของวัสดุ ควรสังเกตว่าเกรดคาร์ไบด์มาตรฐานไม่มีความต้านทานการกัดกร่อน

---

5. เกรดใหม่ CBS30 และ CBU22

จากความก้าวหน้าในการวิจัยและพัฒนา ได้เปิดตัวซีรีส์ใหม่ที่แสดงอัตราส่วน CP ที่สูงกว่าสำหรับการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อเทียบกับเกรดดั้งเดิมอย่าง UF30 และ TF25+ ซีรีส์ใหม่สามารถเพิ่มค่า TRS ได้ถึง 28% เกรดใหม่นี้ปรับปรุงประสิทธิภาพการปั๊มของ Tiny Punch ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์และ Lead Frame

CBS30 (โซลูชันสำหรับการปั๊มอิเล็กทรอนิกส์)

CBS30 ใช้ความก้าวหน้าในกระบวนการซินเตอร์ มีคุณสมบัติที่น่าประทับใจ ได้แก่ ความเหนียวสูง (KIC 11.8) และ TRS (420 MPa) พร้อมรักษาค่าความแข็งสูง (HRA 91) ภายใต้เงื่อนไขความแข็งเดียวกัน ซีรีส์นี้แสดง TRS และความเหนียวที่เหนือกว่าเกรดดั้งเดิม เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการปั๊มแผ่นสแตนเลสหนาน้อยกว่า 0.6มม. และโลหะผสมทองแดงหนาน้อยกว่า 1มม. โดยเฉพาะสำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรมยานยนต์ เช่น ขั้วต่อและชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อายุการใช้งานสะสมดีกว่าเกรดอื่นถึง 20%

CBU22 (โซลูชันสำหรับ Leadframe / Tiny Punch)

ในการประยุกต์ใช้การปั๊ม Lead Frame การออกแบบแม่พิมพ์ ความเสถียรในการปั๊ม และความแม่นยำในการตัดเฉือนเป็นสิ่งสำคัญ สำหรับการปั๊ม Lead Frame ที่มี 128, 256 หรือ 512 ขา ช่องว่างการตัดระหว่างพันช์และดายน้อยกว่า 0.10มม. CBU22 มีขนาดอนุภาคละเอียดมากและความแข็ง HRA 92.3 สมดุลระหว่างความต้านทานการสึกหรอและความเหนียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คุณสมบัติเกรด CBS30 และ CBU22:

เกรด	ขนาดอนุภาค (µm)	Co (±0.5%)	ความหนาแน่น (g/cm³)	ความแข็ง HRA	HV30	T.R.S. (kgf/mm²)	T.R.S. (MPa)	KIC (MPa·m½)	การใช้งาน
CBU22	0.3	11	14.15	92.3	1660	380	3750	9	สำหรับปั๊มโลหะผสมทองแดง <0.3 มม. | TRS สูง
CBS30	0.7	15	13.8	91.0	1470	420	4116	11.8	ปั๊มโลหะผสมทองแดงและสแตนเลส

									ทุกชนิด | TRS สูง

6. วิธีเลือกเกรดคาร์ไบด์

เมื่อพูดถึงการเลือกเกรดคาร์ไบด์ มักเน้นที่ค่าความแข็ง (HRA/HV30) แต่ความเหนียว (KIC) มีความสำคัญเท่ากัน ค่า KIC เป็นค่าสำคัญที่ต้องพิจารณา

ตารางอ้างอิงด้านล่างแสดงเกรดที่แนะนำตามความหนาของวัสดุและความแข็งแรงดึง โดยแกนตั้งคือความต้องการการตกแต่งผิว (น้อย → มาก) และแกนนอนคือความแข็งแรงดึงของวัสดุ:

ตารางเลือกเกรดตามความหนาและความแข็งแรงดึงของวัสดุ:

ความแข็งแรงดึง N/mm² →	<500	500–900	900–1400	1400–2000	>2000
<0.2	CTS12D / NFS16 / CF-H25S+ / CBU22	CTS12D / NFS16 / CF-H25S+ / CBU22	CTS18D / NFS16 / CF-H25S+ / CBS30	CTS18D / NFS26 / CF-H40S+ / NFS16 / CBS30	CF-F35Z / NFM25 / VA95
0.2–0.5	CTS12D / NFS16 / CF-H25S+ / CBU22	CTS12D / NFS16 / CF-H25S+ / CBU22	CTS18D / NFS16 / CF-H25S+ / CBS30	CF-H40S+ / NFS16 / CF-F35Z / NFS26 / CBS30	CF-F35Z / NFM25 / VA95
0.5–0.8	CTS18D / NFS16 / CF-H25S+ / CBS30	CTS18D / CF-H40S+ / NFS16	CTS18D / CF-H40S+ / NFS16 / CBS30	CF-F35Z / NFM25 / VA95	○
0.8–1.2	CTS18D / CF-H40S+ / NFS26 / CBS30	CF-H40S+ / NFM23 / NFM24	CF-H40S+ / NFM23 / NFM24	CF-F35Z / NFM25 / VA95	○
1.2–1.5	CF-H40S+ / NFM23 / NFM24	CF-H40S+ / NFM24 / CF-F35Z / NFM25	CF-H40S+ / NFM24 / CF-F35Z / NFM25	CF-F35Z / NFM25 / VA95	○
1.5–2	CF-H40S+ / NFM23 / NFM24	CF-H40S+ / NFM24 / CF-F35Z	CF-F35Z / NFM25 / VA95	○	○
2–3	CF-H40S+ / NFM23 / NFM24	CF-H40S+ / NFM24 / CF-F35Z	CF-F35Z / NFM25 / VA95	○	○
3–6	CF-H40S+ / NFM24 / CF-F35Z	CF-F35Z / NFM25 / VA95	○	○	○
6–10	CF-F35Z / NFM25 / VA95	○	○	○	○
>10	○	○	○	○	○

หมายเหตุ: ○ = สามารถใช้ได้ตามสภาวะ / ต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

7. แนวทางพื้นฐานในการเลือกเกรดคาร์ไบด์

ตารางเปรียบเทียบขนาดอนุภาคกับคุณสมบัติ:

ขนาดอนุภาค	ความแข็งแกร่งจากแรงกระแทก	แรงดึงและแรงดัด (คุณภาพผิวดี)	ความต้านทานการติดของวัสดุ
หยาบ / กลาง	++	+	o

ละเอียด	+	o	+
ซับไมครอน	o	–	++
ละเอียดมาก	–	– –	++

ภายในหมวดขนาดอนุภาค: เมื่อปริมาณ Co ลดลง (= ความแข็งเพิ่มขึ้น) ความต้านทานการสึกหรอและความแข็งแรงต่อแรงอัดจะเพิ่มขึ้น ขณะที่ความเหนียวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางแปลงความแข็ง (HV10 / HV30 / HRA):

ตารางแปลงนี้ครอบคลุมช่วง HV10: 790–2350 สอดคล้องกับ HRA: 83.3–95.4

ตารางแปลงความแข็งเต็มรูปแบบสามารถดูได้ในเอกสารต้นฉบับ หน้า 11

เอกสารนี้แปลจากจดหมายข่าวต้นฉบับภาษาอังกฤษ | สงวนลิขสิทธิ์ข้อมูลทางเทคนิค