ความรู้เกี่ยวกับสินค้า และ ระบบงานเชื่อมโลหะ

การเชื่อมโลหะด้วยระบบแก๊สทังสเตนอาร์ค

(Gas Tungsten Arc Welding ; GTAW)

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

Topics:

- หลักการของการเชื่อมแบบ TIG
- อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในระบบการเชื่อม
- เครื่องเชื่อมและระบบไฟฟ้า
- ชนิดของเครื่องเชื่อม
- ลักษณะงานที่เหมาะสำหรับการเชื่อมแบบ TIG
- ลวดเชื่อมที่ใช้ มาตรฐานลวดเชื่อม และโลหะที่สามารถเชื่อมได้
- ข้อดี / ข้อเสีย ของการเชื่อมแบบ TIG

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ความเป็นมาและหลักการของการเชื่อมโลหะแบบ TIG

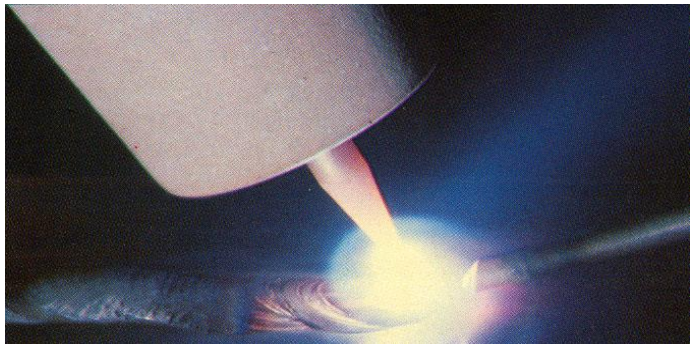
• เริ่มพัฒนามาตั้งแต่ปี 1930 เพื่อใช้ในการเชื่อมแมกนีเซียมและอลูมิเนียมในโครงสร้างอากาศยานแทนการย้ำหมุด โดยใช้การอาร์คด้วยแท่งทังสเตน (Tungsten or Wolfram)และใช้แก๊สฮีเลียมเป็นแก๊สปกคลุมแนวเชื่อม ในสมัยนั้นเรียกการเชื่อมแบบนี้ว่า HeliArc ในปัจจุบันได้เปลี่ยนชื่อเรียกใหม่ แต่หลักการทำงานยังคงเดิม

• ส่วนมากใช้ในการเชื่อมอลูมิเนียม สแตนเลส แมกนีเซียม ทองแดง ไทเทเนียม และการเชื่อมเหล็กหรือท่อในแนวราก (Root pass)

เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการเชื่อมแบบ Tungsten Inert Gas (TIG) หรือ Wolfram Inert Gas (WIG)

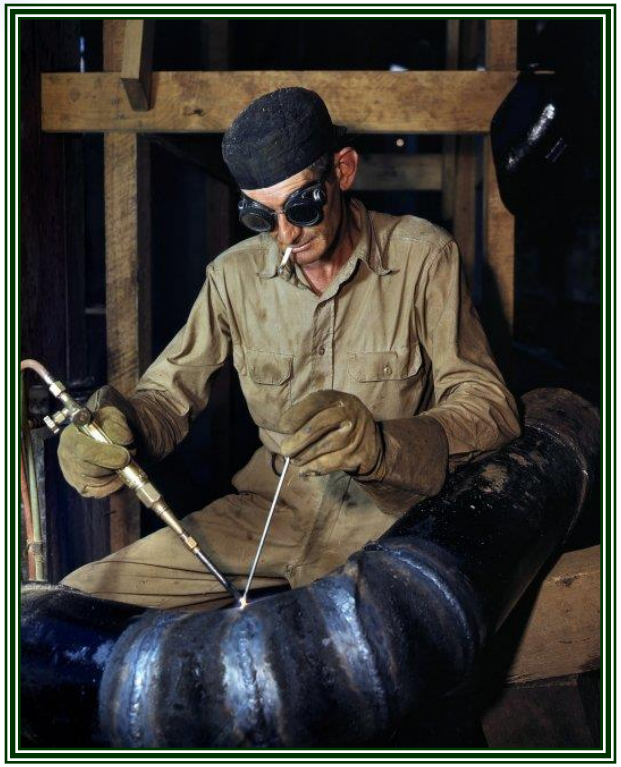
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

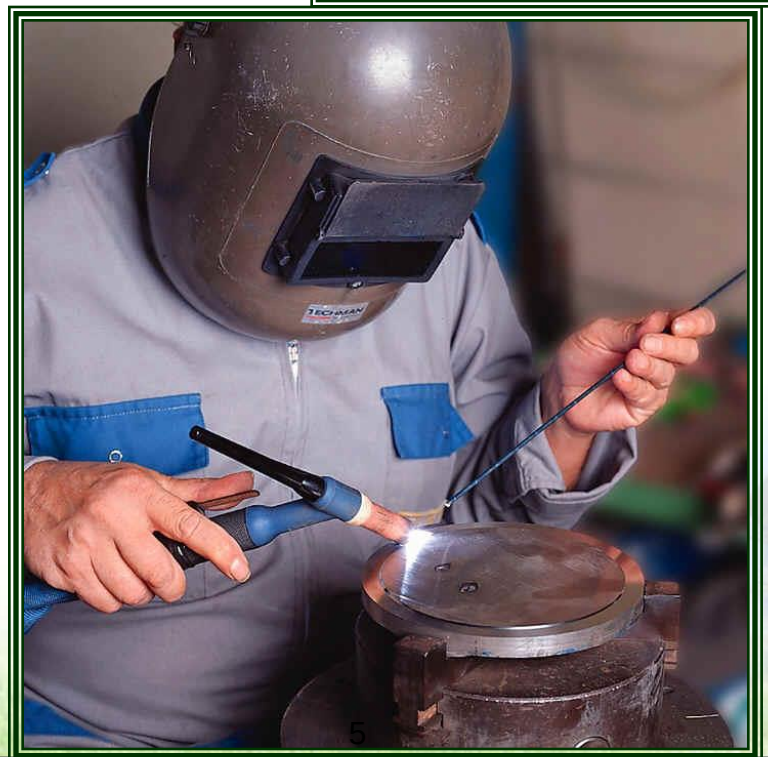
หลักการของการเชื่อมโลหะแบบ TIG



© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

เปรียบเทียบการเชื่อม Gas กับ TIG





© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในระบบการเชื่อม TIG

1. เครื่องเชื่อม TIG
2. สายเชื่อมและด้ามเชื่อม
3. ชิ้นส่วนประกอบด้ามเชื่อมและการเรียกชื่อ
4. ทังสเตนอิเล็คโทรด
5. แก๊สปกคลุมแนวเชื่อม และชุดปรับแรงดัน
6. ลวดเชื่อม

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ประเภทของเครื่องเชื่อมและระบบไฟฟ้า

- แบ่งตามลักษณะของกระแสเชื่อม

เครื่องเชื่อมที่จ่ายกระแสเชื่อมแบบกระแสตรงเพียงอย่างเดียว (DC)

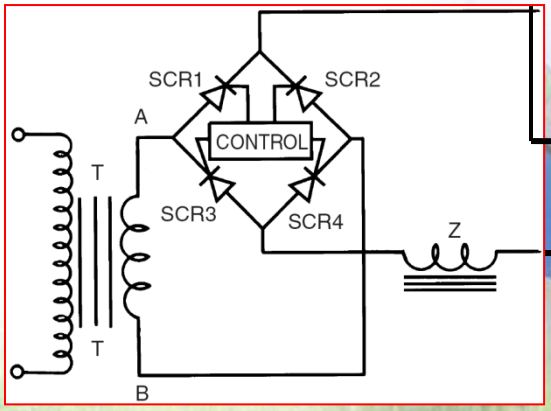
เครื่องเชื่อมที่จ่ายกระแสเชื่อมแบบกระแสตรงและกระแสสลับ (AC - DC)

- แบ่งตามชนิดของเครื่องเชื่อมที่นิยมใช้

ระบบหม้อแปลงไฟฟ้า - ชุดเรียงกระแส (Transformer - Rectifier)

ระบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

- MOSFET system
- IGBT system



เครื่องเชื่อม **TIG** เป็น **CC** เท่านั้น

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ทำไมต้องมีเครื่องเชื่อมแบบ (AC - DC)

- กระแสสลับ (AC) → สำหรับการเชื่อม **อลูมิเนียม หรือแมกนีเซียม** โดยใช้ **ทังสเตนบริสุทธิ์ (สีเขียว)** ไม่ต้องลับปลายทังสเตน แต่ปัจจุบันสามารถใช้ทังสเตนโค๊ดสีอื่นๆ แทนได้ เช่น เทา, ทอง หรือส้ม

- กระแสตรง อิเล็คโทรดขั้วลบ (DCEN) → สำหรับการ **เชื่อมเหล็กสเตนเลส ทองเหลือง ทองแดง หรือโลหะอื่นๆ ที่ไม่ใช่อลูมิเนียม หรือแมกนีเซียม** โดยใช้ **ทังสเตนผสม** (นิยมใช้สีแดง) แต่ปัจจุบันสามารถใช้ทังสเตนโค๊ดสีอื่นๆ แทนได้ เช่น เทา, ทอง หรือส้ม

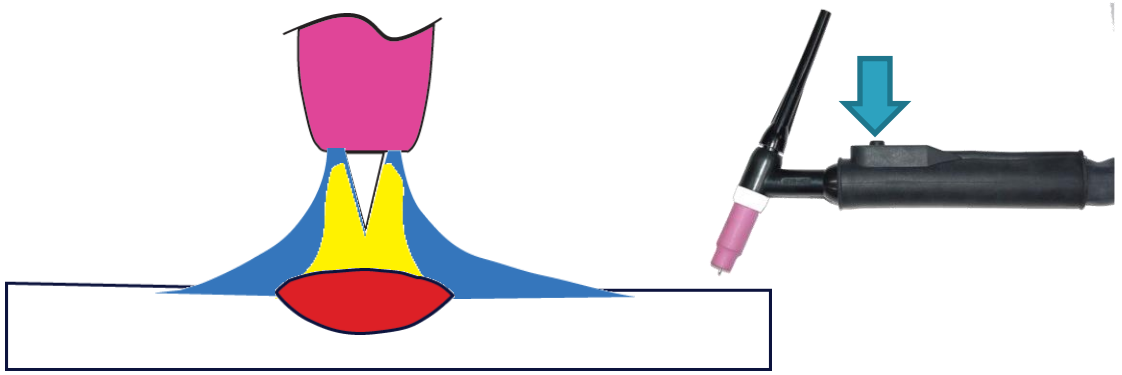
- กระแสตรง อิเล็คโทรดขั้วบวก (DCEP) → ใช้ได้ **แต่ไม่นิยมใช้** เนื่องจากจะต้องใช้อิเล็คโทรดขนาดใหญ่กว่าถึง 3-4 เท่าเมื่อเทียบกับ DCEN ที่ระดับกระแสเดียวกัน เนื่องจากปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นที่ปลายทังสเตนจะมีปริมาณสูง

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ประเภทของเครื่องเชื่อม (เพิ่มเติม)

- แบ่งตามลักษณะการเริ่มต้นเชื่อม หรือ การเริ่มต้นอาร์ค **(Start Arc)**

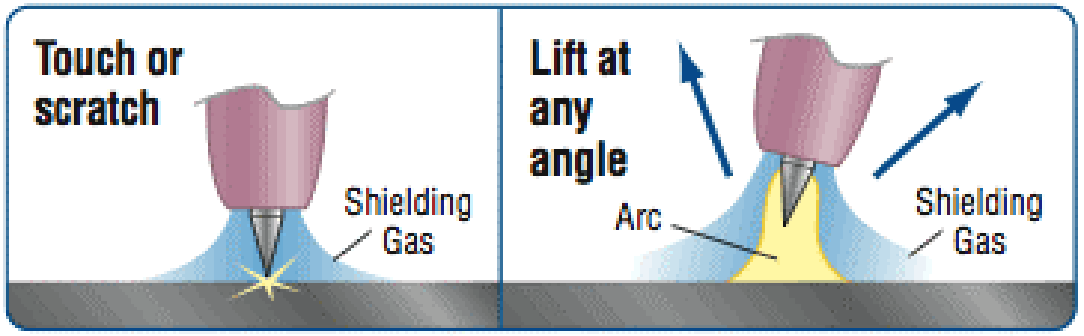
- เครื่องเชื่อมที่มีการ **Start Arc** ด้วยระบบความถี่สูง (**High Frequency**)



สำหรับเครื่องที่ออกแบบมาเป็น **TIG** แบบ **HF**

- เครื่องเชื่อมที่มีการ **Start Arc** ด้วยระบบเขี่ย **(Scratch Arc)**

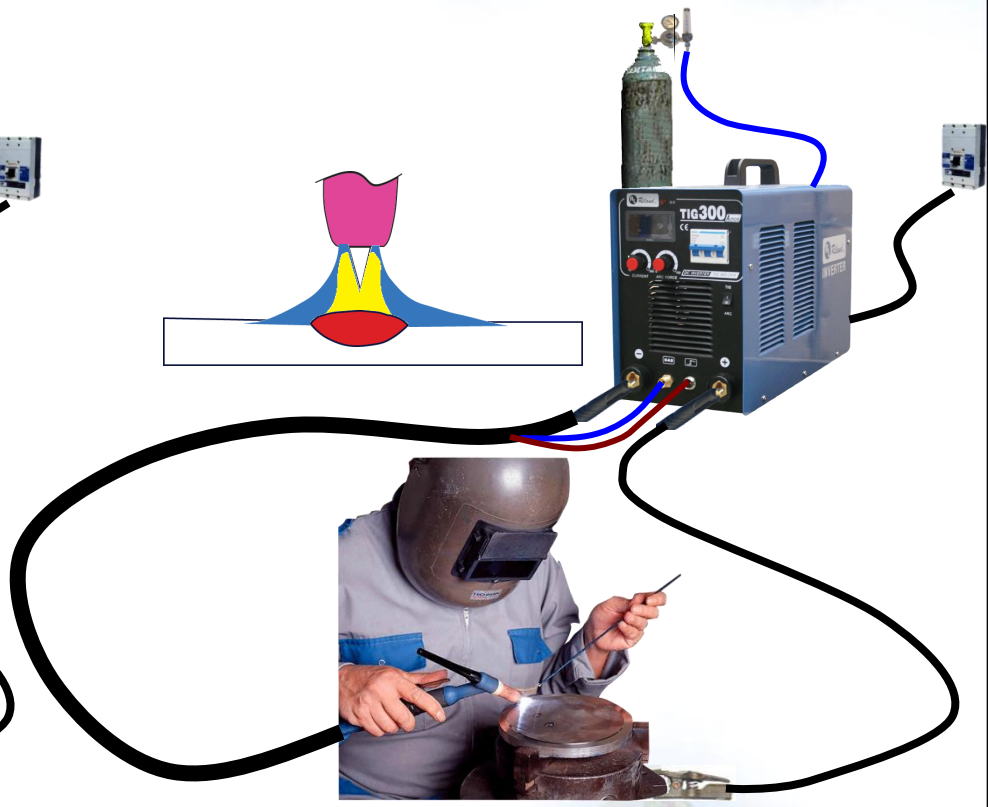
สำหรับเครื่องที่ออกแบบมาเป็น TIG เขี่ย หรือ MMA ดัดแปลง



Touch 1-2 Seconds. DO NOT strike like a match !!

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

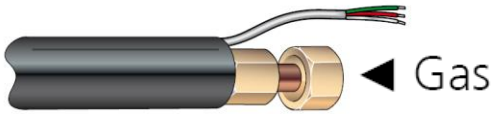
ประเภทของเครื่องเชื่อม (เพิ่มเติม)



© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

อุปกรณ์และชิ้นส่วนประกอบของด้ามเชื่อม TIG และการเรียกชื่อ (TIG Welding Torch Consumable Part and Terminology)

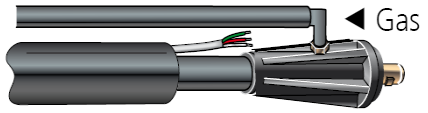
Back Cap

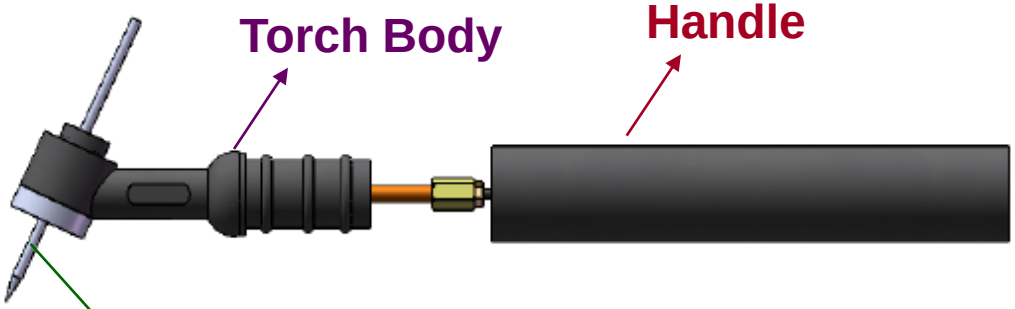


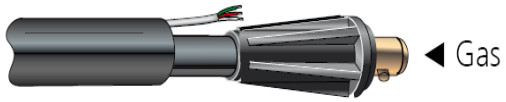
Collet

Torch Body

Handle

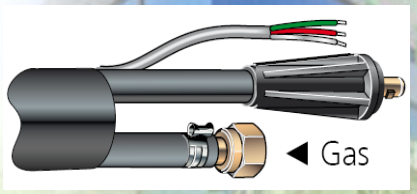






Tungsten Electrode (0.5 / 1.0 / 1.6 / 2.4 /3.2 / 4.0 มม.)

Collet Body

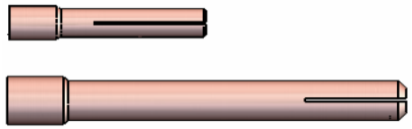


Nozzle

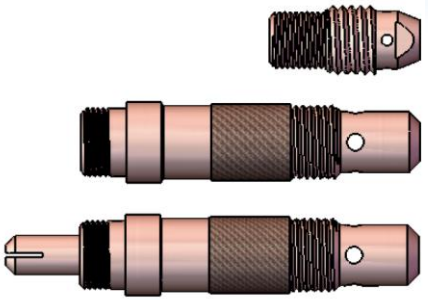
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

อุปกรณ์และชิ้นส่วนประกอบของด้ามเชื่อม TIG

Back Cap



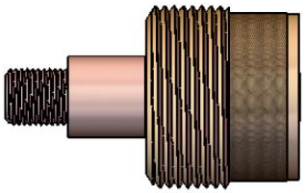
Collet



Collet Body

&

Gas Lens



NOZZLE

Long Alumina Nozzle

Long Lava Nozzle

Lava Nozzle

Stubby Nozzle

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

รายละเอียดเพิ่มเติม

STUBBY COLLETS/COLLET BODIES

การใช้ Stubby Collet จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ Nozzle ขนาดเล็กลงได้ และทำให้ความยาวของ Torch โดยรวมลดลง เหมาะสำหรับการใช้งานในพื้นที่จำกัด โดยที่ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยน Torch ใหม่ทั้งด้าม

ALUMINA NOOZLE

เป็น Nozzle ที่นิยมใช้ทั่วไป ทำจากวัสดุอลูมินาที่มีความแข็งแรงสูง มีความเป็นฉนวนดีมาก และมีความต้านทานต่อแรงกระแทกดี เม็ดโลหะเกาะติดยาก ใช้งานได้ดีกับงานที่ใช้กระแสเชื่อมไม่สูงมากนัก เนื่องจากความสร้อนสูงทำให้ Nozzle แตกได้ง่าย อย่างไรก็ตาม Nozzle ชนิดนี้มีราคาที่ไม่แพงมากนัก และใช้งานทั่วไป

LAVA NOOZLE

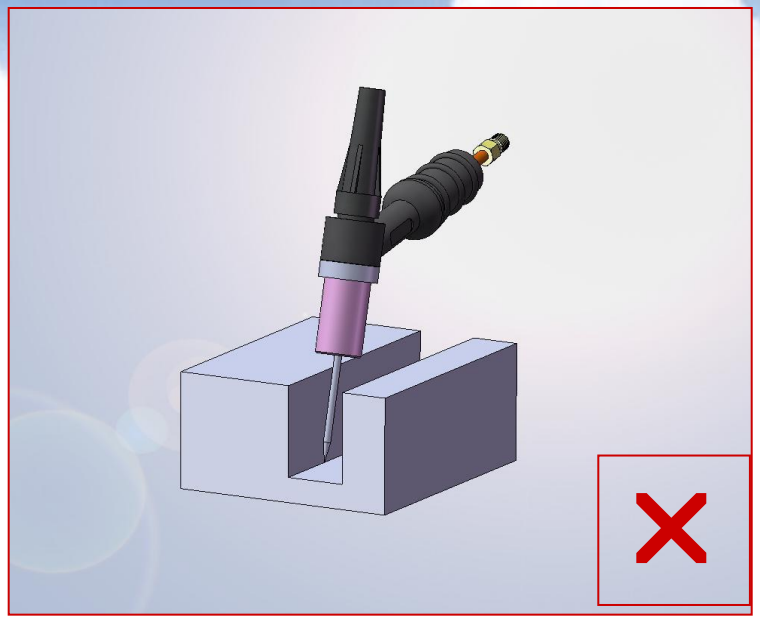
ทำจากวัสดุที่มีความต้านทานแรงกระแทกและความร้อนได้น้อยกว่าแบบ Alumina Nozzle แต่ให้การใช้งานดีกว่าในการเชื่อมงานที่มีการสะท้อนกลับของความร้อนสูง แต่ไม่เหมาะสำหรับงานเชื่อมในพื้นที่จำกัดที่มีความร้อนในปริมาณสูงเนื่องจากทำให้ Nozzle ขยายตัวและหดตัว ทำให้มีโอกาสแตกร้าวได้

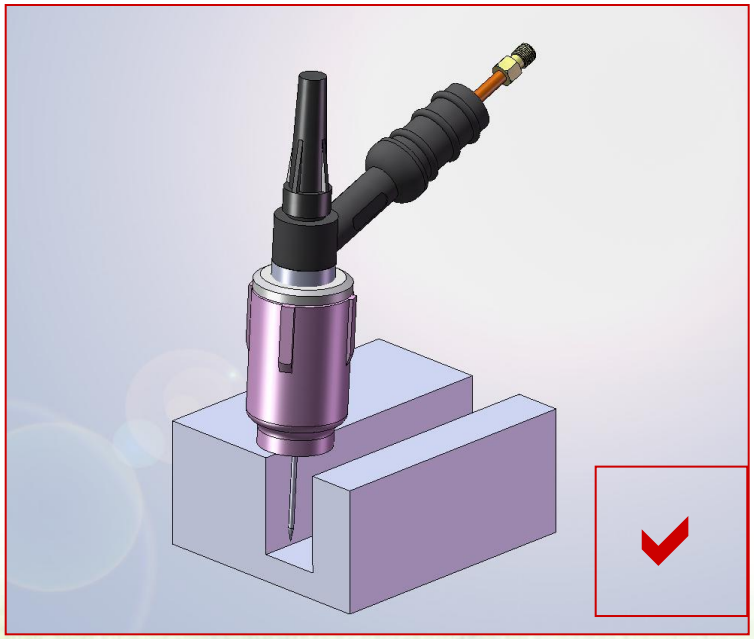
GAS LENS COLLET BODIES

เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดการปรวนแปรของก๊าซปกคลุมแนวเชื่อมที่ออกจาก Nozzle ทำให้ก๊าซพุ่งออกจาก Nozzle ได้ไกลขึ้น และสามารถจับทังสเตนได้ยาวขึ้นกว่าปกติ

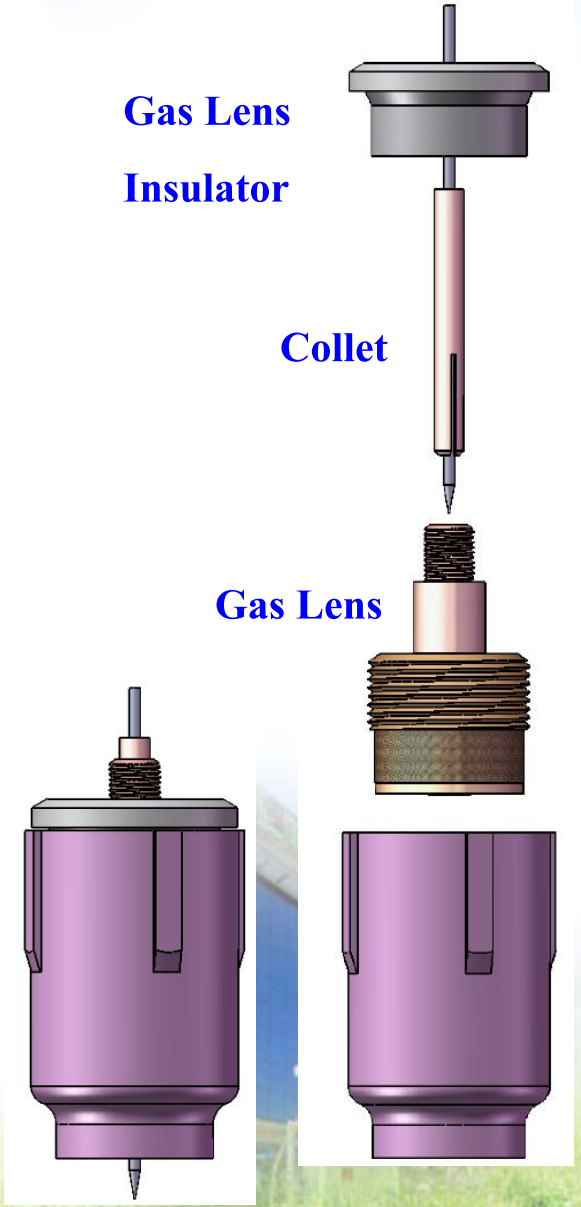
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

Gas Lens





3D Model



© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ลักษณะทางเทคนิคของสายเชื่อมแบบ TIG (TIG Welding Torch Specification)

รุ่นของด้ามเชื่อม → ส่วนมากจะระบุชื่อรุ่นของด้ามเชื่อม

รุ่นของด้ามเชื่อม	ขนาดกระแสเชื่อมที่ใช้	ขนาดของทังสเตนที่ใช้ได้	Duty Cycle
Air Cooled			
WP-9 WP-9V WP-9P WP-9F WP-9FV	125 A DC / 100 A AC	0.5-2.4 มม.	60 %
WP-17 WP-17V WP-17F WP-17FV	150 A DC / 115 A AC	0.5-3.2 มม.	60 %
WP-24 WP-24F WP-24FV	80 A DC / 50 A AC	0.5-2.4 มม.	60 %
WP-26 WP-26V WP-26F WP-26FV	200 A DC / 150 A AC	0.5-4.0 มม.	60 %

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ลักษณะทางเทคนิคของสายเชื่อมแบบ TIG (TIG Welding Torch Specification)

รุ่นของด้ามเชื่อม → ส่วนมากจะระบุชื่อรุ่นของด้าม

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

รุ่นของด้ามเชื่อม	ขนาดกระแสเชื่อมที่ใช้	ขนาดของทังสเตนที่ใช้ได้	Duty Cycle
Water Cooled			
WP-18 WP-18V WP-18P WP-18F	**350A AC/ DC**	**0.5-4.0 มม.**	**100 %**
WP-20 WP-20V	**250A AC/ DC**	**0.5-3.2 มม.**	**100 %**
WP-24W	**180A AC/ DC**	**0.5-2.4 มม.**	**100 %**
WP-25 (Flex neck)	**200 A AC/DC**	**0.5-3.2 มม.**	**100 %**
WP-12W	**500A AC/ DC**	**1.6-6.4 มม.**	**100 %**
WP-27A	**500A AC/DC**	**1.0-6.4 มม.**	**100 %**

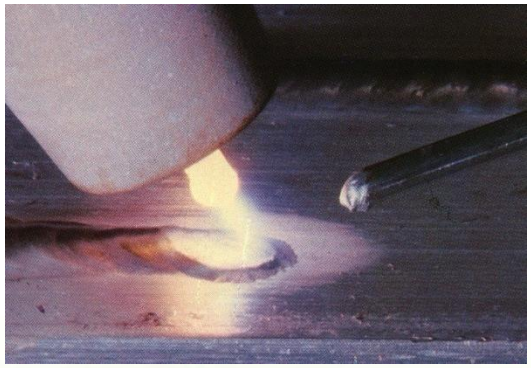
ด้ามเชื่อมที่สามารถใช้ชิ้นส่วนทดแทนกันได้ Part Interchangeable

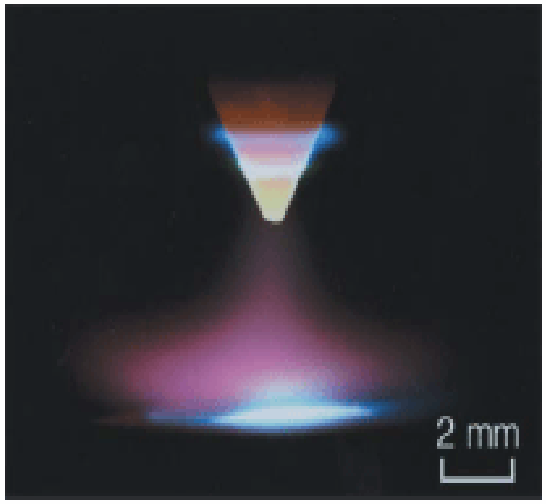
- WP-9 กับ WP-20 และ WP-25
- WP-24 กับ WP-24W
- WP-17 กับ WP-18 และ WP-26

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ทังสเตนอิเล็คโทรด

ในกระบวนการเชื่อมแบบ TIG นั้น คำว่า “ทังสเตน” นั้น จะหมายรวมทั้งทังสเตนบริสุทธิ์ และทังสเตนผสมธาตุอื่นๆ โดยที่ทังสเตนนั้นจะทำหน้าที่เป็นขั้วๆ หนึ่งของวงจรไฟฟ้าที่เป็นแหล่งกำเนิดเปลวอาร์คและแหล่งความร้อนที่จำเป็นสำหรับการเชื่อม โดยปกติแล้ว ทังสเตนนั้นจะไม่หลอมละลายเนื่องจากทังสเตนจะมีจุดหลอมละลายสูงถึง 3410^{o}C แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทังสเตนได้รับความร้อนเป็นเวลานาน อาจจะทำให้ส่วนปลายของทังสเตนนั้นหลอมละลายได้เช่นกัน

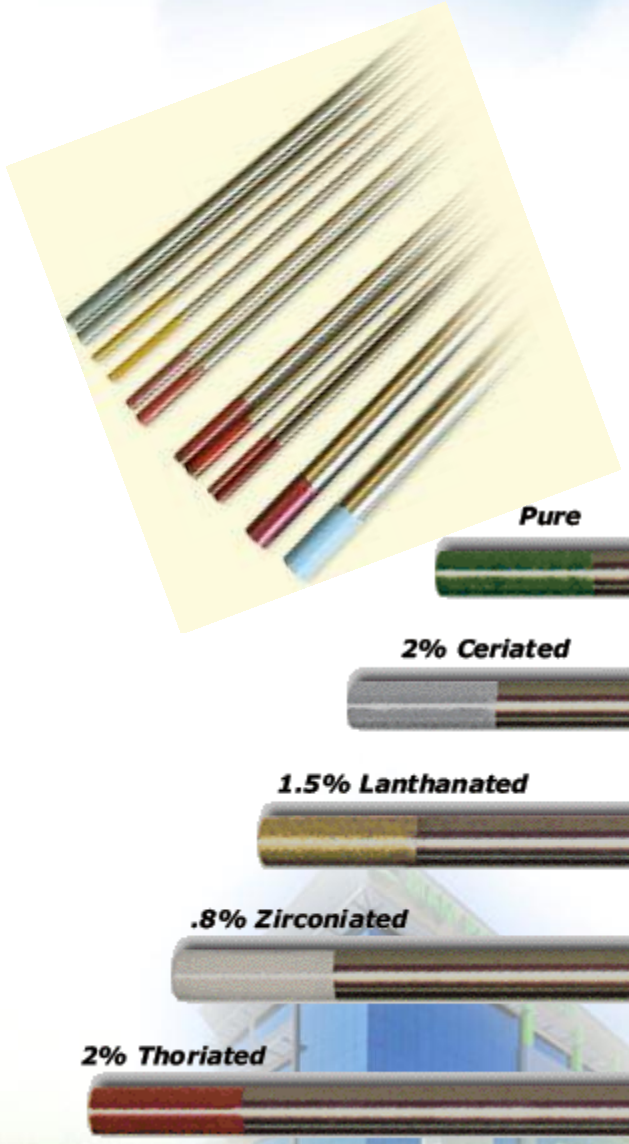




© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

มาตรฐานทังสเตน

ANSI/AWS A5.12/A5.12M-98			ISO 6848:2004 (EN 26848)		
Classification	Oxide Weight-Percent	Color Code	Color Code	Oxide Weight-Percent	Classification
EWP	--	Green	Green	--	WP
EWTh-1	0.8-1.2 ThO_2	Yellow	Yellow	0.9-1.2 ThO_2	WT10
EWTh-2	1.7-2.2 ThO_2	Red	Red	1.8-2.2 ThO_2	WT20
--	--	--	Violet	2.8-3.2 ThO_2	WT30
--	--	--	Orange	3.8-4.2 ThO_2	WT40
EWLa-1	0.8-1.2 La_2O_3	Black	Black	0.8-1.2 La_2O_3	WL10
EWLa-1.5	1.3-1.7 La_2O_3	Gold	Gold	1.3-1.7 La_2O_3	WL15
EWLa-2	1.8-2.2 La_2O_3	Blue	Blue	1.8-2.2 La_2O_3	WL20
EWCe-2	1.8-2.2 CeO_2	Orange	Grey	1.8-2.2 CeO_2	WC20
EWZr-1	0.15-0.40 ZrO_2	Brown	White	0.7-0.9 ZrO_2	WZ8
EWG	Not Specified	Grey	Turquoise	Mixed Oxides	WR2



© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

คุณสมบัติทังสเตน

Pure Tungsten

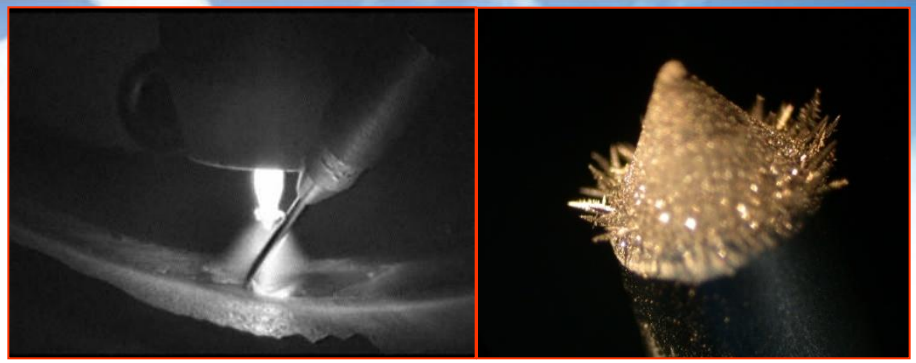
- มีปริมาณทังสเตนอย่างน้อย 99.5 %
- ให้ความสม่ำเสมอในการอาร์คดี เมื่อทำการเชื่อมด้วยกระแสสลับ
- ฟอร์มปลายเป็นลักษณะกลมมนเมื่อทำการเชื่อม
- ราคาไม่แพง แต่มีการสิ้นเปลืองสูงกว่าทังเสตนชนิดอื่นๆ
- เหมาะสำหรับการเชื่อมอลูมิเนียม / แมกนีเซียม ด้วยกระแสสลับ

AWS A5.12 : Green

ISO 6848 : Green

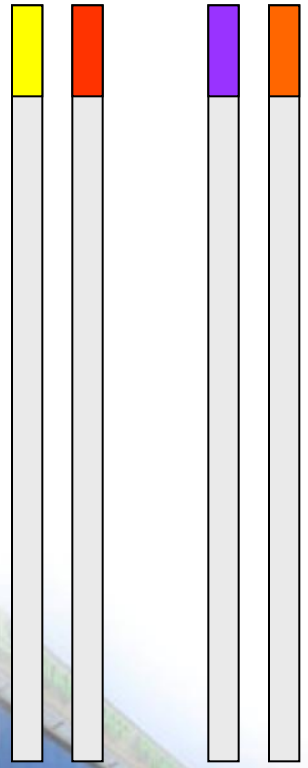
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

คุณสมบัติทังสเตน



Thoriated Tungsten

- เป็นทังสเตนที่นิยมใช้กันมากที่สุด (สีแดง)
- ทำให้เริ่มต้นการอาร์คได้ง่าย จากการเพิ่มปริมาณทอเรียม
- สามารถใช้กระแสเชื่อมได้สูง ให้ความสะอาดของแนวเชื่อมดี
- มีลักษณะของเปลวอาร์คเป็นจุดที่แน่นอน ทำให้ควบคุมแนวเชื่อมได้ดี
- ใช้เชื่อมโลหะเหล็ก สแตนเลส ไทเทเนียม โลหะผสมนิคเกิล
- เนื่องจากธอเรียมจะกระจายตัวอยู่ทั่วเส้นทังสเตน ทำให้รักษาความแหลมของปลายที่ลับมุมไว้ได้ดี



AWS A5.12 : 1% Yellow, 2% Red

ISO 6848 : 1% Yellow, 2% Red, 3% Violet, 4% Orange

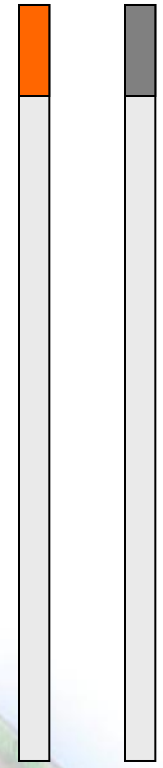
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

คุณสมบัติทังสเตน

AWS A5.12 : Orange

ISO 6848 : Grey

Ceriated Tungsten



- เหมาะสำหรับการเชื่อมด้วยกระแสตรงที่ระดับกระแสต่ำๆ ได้ดีมาก
- สามารถนำไปใช้เชื่อมอลูมิเนียมด้วยกระแสสลับโดยลับปลายทังสเตนให้เป็นปลายแหลม
- มีความสามารถในการเริ่มต้นการอาร์คได้ง่าย สามารถใช้กระแสเริ่มต้นอาร์คต่ำกว่าการใช้ทังสเตนแบบ thoriated ได้ถึง 10 %
- นิยมใช้กับการเชื่อมงานบางๆ หรือการเชื่อมด้วยระบบอัตโนมัติ
- ให้ความสม่ำเสมอในการอาร์คดี อายุการใช้งานนาน
- ไม่เหมาะกับการเชื่อมที่กระแสเชื่อมสูงๆ

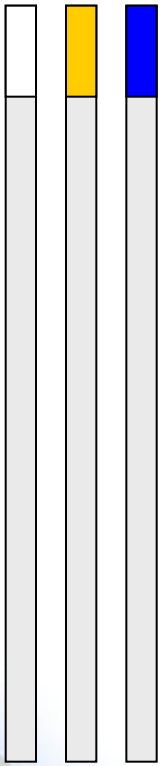
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

คุณสมบัติทังสเตน

AWS A5.12 / ISO 6848:

1% Black, 1.5% Gold, 2% Blue

Lantanated Tungsten



- เริ่มต้นการอาร์คได้ง่าย มีอัตราการสิ้นเปลืองต่ำ
- มีคุณสมบัติทั่วไปคล้ายๆ กับทังสเตนประเภท Ceriated
- มีความสามารถในการจุดอาร์คซ้ำๆ กันได้ดีมาก เหมาะสำหรับการเชื่อมแบบพัลส์ และการเชื่อมที่มีการสตาร์ทอาร์คบ่อยๆ
- ให้ความสม่ำเสมอในการอาร์คดี
- สามารถนำไปใช้เชื่อมอลูมิเนียมด้วยกระแสสลับโดยลับปลายทังสเตนให้เป็นปลายแหลมได้
- การเพิ่มปริมาณ Lantanate จะทำให้ความสามารถในการใช้กระแสเชื่อมสูงขึ้น

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

คุณสมบัติทังสเตน

Zerconate Tungsten

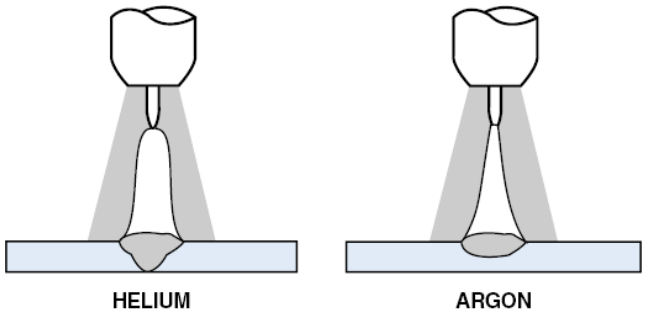
- เหมาะสำหรับการเชื่อมด้วยกระแสสลับ
- ให้ความเสถียรของอาร์คได้ดีมาก รักษาความกลมของปลายทังเสตนได้ดี
- มีความต้านทานต่อสิ่งสกปรกสูง ให้การเริ่มต้นอาร์คได้ดี
- นิยมใช้เมื่อประสบปัญหาทังสเตนสกปรกจากการเชื่อม
- สามารถใช้กระแสเชื่อมได้เทียบเท่าหรือสูงกว่าทังสเตนประเภท Thoriated

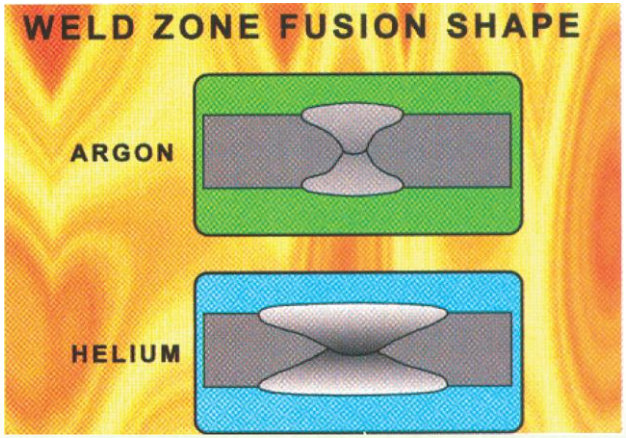
AWS A5.12 : Brown

ISO 6848 : White

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ระบบก๊าซปกคลุมแนวเชื่อม





ก๊าซปกคลุมแนวเชื่อม (Shielding Gas) เป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดมิได้สำหรับการเชื่อมโลหะ ขณะที่โลหะหลอมเหลว จะสามารถทำปฏิกริยากับอากาศโดยรอบได้โดยง่าย สามารถทำให้แนวเชื่อมแตก มีรูพรุน ลักษณะของแนวเชื่อมไม่มีคุณภาพ

โดยทั่วไปจะใช้ก๊าซเฉื่อย (Inert Gas) เช่นอาร์กอน (Argon ; Ar) เป็นก๊าซปกคลุมแนวเชื่อม แต่ในบางกรณีอาจจะใช้ก๊าซฮีเลี่ยม (Helium ; He) เป็นก๊าซปกคลุมก็ได้

อาร์กอนเป็นก๊าซที่นิยมใช้ในการเชื่อมแบบ TIG โดยทั่วไป เนื่องจากเป็นก๊าซที่หาง่ายและมีราคาถูกกว่าก๊าซฮีเลี่ยม แต่ก๊าซฮีเลี่ยมก็จำเป็นสำหรับการเชื่อมงานเฉพาะแบบ เช่น การเชื่อมอลูมิเนียมที่มีความหนามากๆ หรือ การเชื่อมทองแดง เป็นต้น

ในการเชื่อมด้วยกระแสไฟ AC แนะนำให้ใช้อาร์กอนดีกว่าการใช้ฮีเลียม เนื่องจากมีปฏิกิริยาทำความสะอาด (Cleaning Action)ดีกว่า และการอาร์คจะเสถียรกว่าการใช้ฮีเลียม

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ระบบก๊าซปกคลุมแนวเชื่อม

ฮีเลี่ยมเป็นก๊าซที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าที่ทำให้ก๊าซแตกตัวเป็นอิออน (Ionization Potential) และการนำความร้อนสูงกว่าอาร์กอน ทำให้เกิดความร้อนในขณะเชื่อมมากกว่า จึงเหมาะสำหรับการเชื่อมโลหะที่มีการนำความร้อนสูงเช่นอลูมิเนียมหรือทองแดง

เนื่องจากค่า Ionization Potential ของฮีเลี่ยมที่สูงกว่าอาร์กอน ดังนั้นเมื่อใช้ฮีเลี่ยมเป็นก๊าซปกคลุมจะให้การเริ่มต้นอาร์คที่ยากกว่าและยังทำให้แรงดันอาร์คสูงกว่าการใช้อาร์กอนเป็นก๊าซปกคลุม ส่งผลให้มีปริมาณความร้อนเข้าสู่แนวเชื่อมในปริมาณสูงด้วย

นอกจากนั้น ก๊าซฮีเลี่ยม ยังเบากว่าอาร์กอน และอากาศ ทำให้ต้องใช้ปริมาณก๊าซที่มากกว่าปกติในระหว่างทำการเชื่อม โดยปกติหากใช้อาร์กอน จะใช้อัตราการไหลของก๊าซประมาณ 7-15 ลิตรต่อนาที หากใช้ฮีเลี่ยมต้องปรับอัตราการไหลเป็น 14-24 ลิตรต่อนาที

Properties of shielding gas

Function :	ARGON	HELIUM
Ionization Potential	15.5 eV	24.6 eV
Arc Initiation	Good	Poor
Arc Stability	Good	Poor
Thermal Conductivity (cal/sq.cm./cmρC/s)	0.406×10^{-4}	3.32×10^{-4}
Density (Relative to Air)	1.38	0.137
Cleaning Action	Good	Poor

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ชุดควบคุมแรงดันและอัตราการไหลของก๊าซ

Flow Gauge Regulator

Flow Meter Regulator

Measurement Unit – Flow rate

Cu.ft / Hr x 0.4719 = L / Min	L / Min x 2.119 = Cu.ft / Hr
Cu.m / Hr x 16.7 = L / Min	L / Min x 0.06 = Cu.m / Hr

Measurement Unit – Pressure

PSI x 0.006895 = MPa	MPa x 145.04 = PSI
PSI x 0.0703 = Kg/cm^2	Kg/cm^2 x 14.223 = PSI

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ลวดเชื่อม (ตามมาตรฐาน AWS)

สแตนเลส ER 308 / ER308L / ER316 / ER 309LSi

เหล็ก ER 70S-6

ขนาดลวดเชื่อม

1.6 / 2.4 /3.2 /4.0 มม.

อลูมิเนียม ER1100 / ER4043 / ER4047 / ER5356

บรอนซ์ Silicon-Bronze ERCuSi-3 / Aluminum Bronze ER CuAl-A1

งานเชื่อมพิเศษ ลวดเชื่อมซ่อมแม่พิมพ์ P20 / NAK / SKD

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ข้อดีของการเชื่อมแบบ TIG

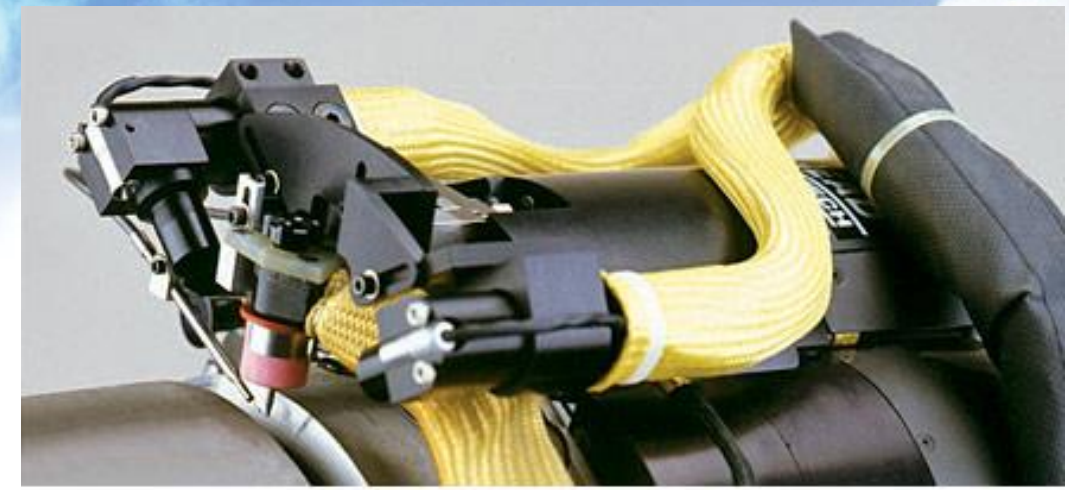
- งานเชื่อมมีคุณภาพสูง มีการบิดตัวต่ำ
- ไม่มี Spatter เมื่อเทียบกับการเชื่อมแบบอื่นๆ
- ใช้หรือไม่ใช้ลวดเชื่อมก็ได้
- เชื่อมโลหะได้เกือบทุกประเภท แม้กระทั่งโลหะต่างชนิดกัน
- ควบคุมความร้อนในการเชื่อมได้ดี
- มองเห็นแนวเชื่อมได้ดี ไม่มีควัน

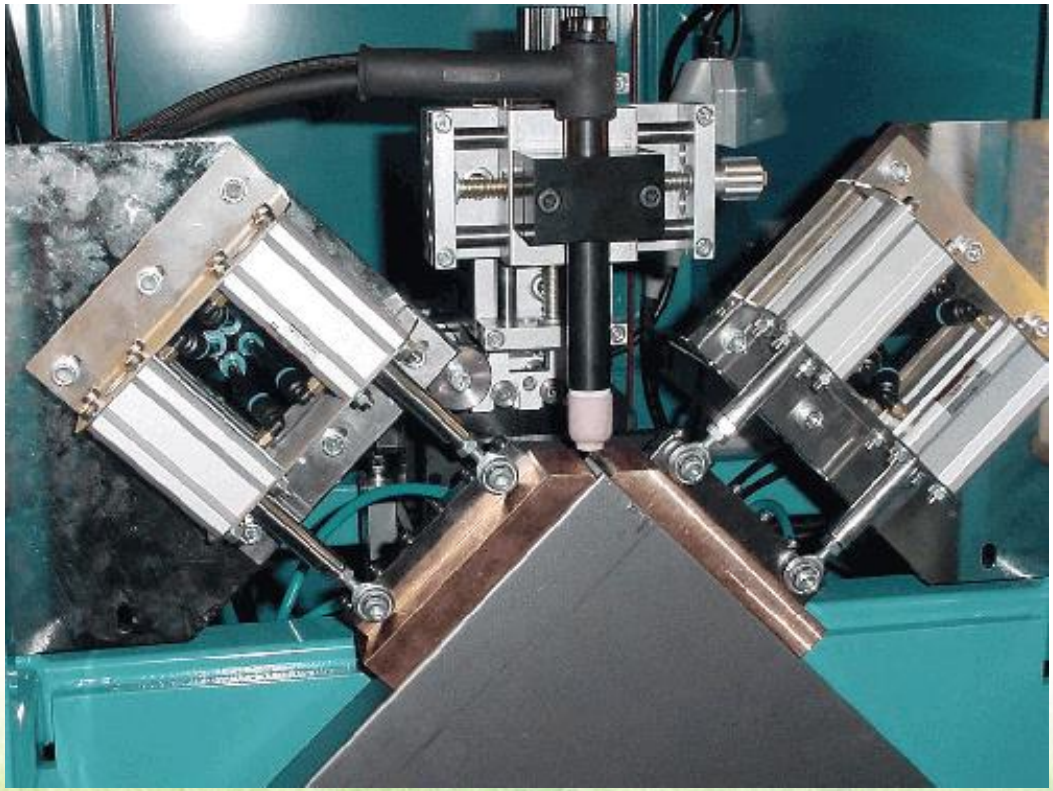
© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.

ข้อจำกัดของการเชื่อมแบบ TIG

- มีความเร็วในการเชื่อมต่ำ เติมแนวเชื่อมได้ช้า
- ต้องใช้ช่างเชื่อมที่มีทักษะในการเชื่อมดีกว่าการเชื่อมแบบ MIG หรือไฟฟ้า
- ไม่ประหยัดทั้งเงินและเวลาหากเชื่อมงานหนากว่า 9.5 มม. ขึ้นไป
- เชื่อมในที่มีลมพัดแรงไม่ได้
- มีโอกาสในการทำให้แนวเชื่อมเสียหาย หากทังสเตนสัมผัสบ่อหลอมละลาย

© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.





© Copyright SIAM PART PRODUCTS CO.,LTD.