โลหะกับการพัฒนาประเทศ

บทที่ 7

แทนทาลัม

กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน

สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

บทที่ 7
แทนทาลัม

แทนทาลัมนับเป็นโลหะใหม่ที่เพิ่งมีการค้นพบและนำมาใช้ประโยชน์เมื่อประมาณ 200 ปีที่ผ่านมา โดยมักจะพบร่วมกันกับไนโอเบียมจนช่วงแรกที่มีการค้นพบเข้าใจว่าธาตุทั้งสองชนิดนี้เป็นประเภทเดียวกัน แทนทาลัมเป็นโลหะที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูงมาก มีความเหนียวสามารถรีดเป็นเส้นลวดขนาดเล็กหรือตีเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ มีความต้านทานการกัดกร่อน เป็นสื่อนำไฟฟ้าและความร้อนที่ดี และมีคุณสมบัติด้านการเก็บประจุไฟฟ้าที่ดี นอกจากนี้ยังสามารถนำไปผสมกับโลหะอื่น ๆ ได้

คุณสมบัติทั่วไปของแทนทาลัม

คุณสมบัติทางฟิสิกส์

- น้ำหนักอะตอม 180.95
- ระบบผลึก BCC
- ความหนาแน่น (ที่ 20 ^{o}C) 16.69 g.cm^{-3}
- จุดหลอมเหลว 3,017 ^{o}C
- จุดเดือด 5,458 ^{o}C
- ความต้านทานไฟฟ้า (ที่ 20 ^{o}C) 131 nΩ.m
- สัมประสิทธิ์การขยายตัว (ที่ 20 ^{o}C) 63.3 μm.m^{-1}.K^{-1}

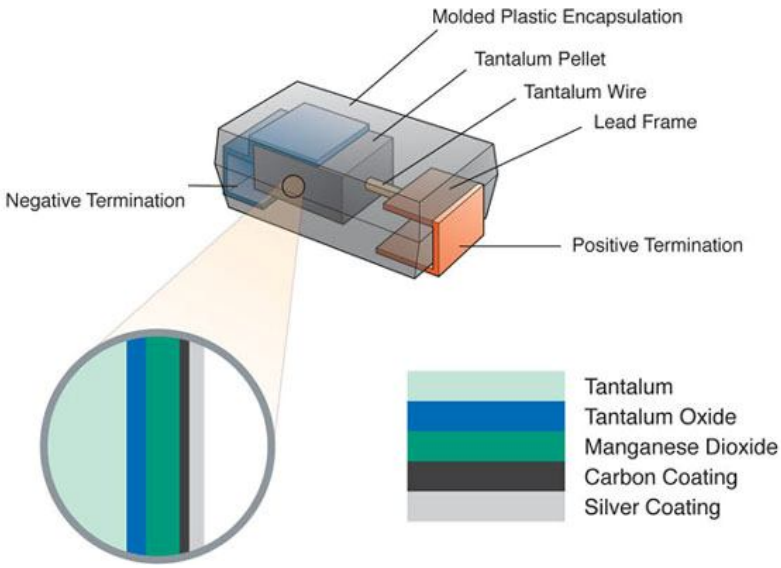
คุณสมบัติเชิงกล

- Youngs modulus 186 GPa
- Shear modulus 69 GPa
- Brinell hardness 800 MPa

การใช้ประโยชน์ของโลหะแทนทาลัม

แทนทาลัมมีการใช้ประโยชน์ในงานต่าง ๆ ดังนี้

1) ใช้ผงโลหะแทนทาลัม เป็นวัตถุดิบในการผลิตตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) สำหรับเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (ดูรูปที่ 7.1) โดยเฉพาะอุปกรณ์ขนาดเล็ก เช่น โทรศัพท์มือถือ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องคำนวณ เครื่องส่งสัญญาณเตือนภัย หม้อแปลงไฟฟ้า และกล้องวีดีโอดิจิตอล เป็นต้น ซึ่งการใช้แทนทาลัมในงานด้านนี้คิดเป็นร้อยละ 55 ของการใช้งานทั้งหมด



รูปที่ 7.1 การใช้แทนทาลัมเป็นส่วนประกอบในตัวเก็บประจุไฟฟ้า
(ที่มา: www.sem.sumsung.com)

2) ใช้ทำเครื่องมือและอุปกรณ์ทางเคมี ซึ่งมีความต้านทานและทนต่อการกัดกร่อนของกรดและสารเคมี รวมทั้งใช้ทำภาชนะบรรจุน้ำยาและสารประกอบเคมีบางชนิด

3) แทนทาลัมคาร์ไบด์ มีความแข็งแรงและทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี สามารถใช้ผสมกับโลหะคาร์ไบด์ชนิดอื่นๆ เช่น ทังสเตนคาร์ไบด์หรือไนโอเบียมคาร์ไบด์ เพื่อใช้ในการทำเครื่องมือ กลึง เจาะ ไส หรือตัดเหล็กและโลหะอื่นๆ

4) ใช้ทำโลหะผสมที่มีคุณสมบัติพิเศษ เช่น วัสดุที่ใช้ในเครื่องยนต์และตัวถังของยานอวกาศตลอดจนพาหนะที่ต้องการคุณสมบัติการทนความร้อนสูงที่เกิดจากการเสียดสี ใช้ทำขดลวดความร้อน คอนเดนเซอร์วาล์ว และปั๊มชนิดพิเศษ นอกจากนี้ยังใช้ผสมกับโลหะอื่นๆ เช่น โคบอลต์ เหล็ก นิกเกิล ไททาเนียม และไนโอเบียม

5) ใช้ทำเครื่องมือพิเศษอื่นๆ เช่น ตัวเชื่อมกระดูกหรือด้ายเย็บกระดูก เครื่องมือผ่าตัด เครื่องมือผลิตใยสังเคราะห์ และเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ

6) การใช้งานอื่นๆ เช่น ทำเลนส์สำหรับกล้องถ่ายรูปและกล้องจุลทรรศน์ที่มีค่าดรรชนีหักเหสูงมากเป็นพิเศษ และใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการทำวัสดุสังเคราะห์ เช่น ยางเทียม เป็นต้น

การผลิตโลหะแทนทาลัมจากแร่

แร่แทนทาลัมที่พบมีอยู่มากกว่า 70 ชนิด แต่แร่ที่มีความสำคัญได้แก่ แร่แทนทาไลต์ ไมโครไลต์ วอดจิไนต์ และไพรโรคลอร์ โดยทั่วไปมักพบแร่แทนทาลัมเกิดร่วมกันกับแร่ไนโอเบียมหรือโคลัมเบียม เหมืองแร่แทนทาลัมที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ได้แก่ เหมืองของบริษัท Sons of Gwalia จำกัด ในประเทศออสเตรเลีย (ดูรูปที่ 7.2) ซึ่งมีปริมาณการผลิตคิดเป็นร้อยละ 50 ของความต้องการใช้ทั่วโลก แหล่งแร่แทนทาลัมที่สำคัญอื่น ๆ ได้แก่ แคนาดา เอธิโอเปีย จีน บราซิล รวันดา นามิเบีย ซิมบับเว โมซัมบิก ไนจีเรีย คองโก แอฟริกาใต้ เป็นต้น

แหล่งวัตถุดิบสำคัญในการผลิตแทนทาลัมอีกประเภทหนึ่งคือ ตะกรันดีบุก เพราะแทนทาลัมมักเกิดร่วมกับแร่ดีบุก สำหรับบริเวณที่มีการผลิตหัวแร่สตรูเวอไรต์จากตะกรันดีบุกได้แก่ ประเทศมาเลเซียและไทย ปริมาณการผลิตแร่แทนทาลัมและไนโอเบียมระหว่างปี 2544-2548 แสดงไว้ในตารางที่ 7.1

รูปที่ 7.2 เหมืองแร่แทนทาลัม Wodgina ในประเทศออสเตรเลีย
(ที่มา: www.tanb.org)

ตารางที่ 7.1 ข้อมูลการผลิตแร่แทนทาลัม-ไนโอเบียมของโลกระหว่างปี 2544-2548

หน่วย: ตัน

ประเทศ	ปี 2544	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548
โมซัมบิก					
- Tantalite	27	47	189	712	281
รวันดา					
- Columbite-tantalite	241	96	128	63	63
ซิมบับเว					
- Columbite-tantalite	30	26	231	27	-
แคนาดา					
- Pyrochlore	7,800	7,800	7,600	8,000	8,000
- Tantalite	277	215	203	209	233
บราซิล					
- Pyrochlore	70,000	60,000	66,000	79,000	124,000
- Columbite-tantalite	7,300	5,800	6,200	6,500	6,600
จีน					
- Columbite-tantalite	357	350	350	350	350
มาเลเซีย					
- Struverite	8,430	2,298	2,619	121	552
ออสเตรเลีย					
- Tantalite	1,700	2,300	2,300	2,400	2,500
อื่น ๆ					
- Tantalite	72	80	83	96	118
- Columbite	-	-	-	40	-
- Columbite-tantalite	134	78	40	23	46
รวม	**96,400**	**79,100**	**85,900**	**97,500**	**142,700**
- Nb content	**32,700**	**31,000**	**29,700**	**31,300**	**47,100**
- Ta content	**2,100**	**1,600**	**1,700**	**1,500**	**1,600**

ที่มา: British Geological Survey

การผลิตโลหะแทนทาลัมจากแร่มีกระบวนการที่ต้องใช้ทั้งกระบวนการทางเคมี และกระบวนการทางความร้อน ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) แร่แทนทาลัมจะนำไปบดให้ละเอียดแล้วนำไปผสมกับกรดไฮโดรฟูโอริก (HF) หรือกรดกัดแก้วซึ่งมีความสามารถในการละลายแทนทาลัมและไนโอเบียมเป็นสารประกอบฟลูออไรด์ ในขั้นตอนนี้อาจมีธาตุอื่น ๆ ปะปนมาในสารละลายด้วย เช่น ซิลิกอน เหล็ก แมงกานีส ไทเทเนียม และเซอร์โคเนียม เป็นต้น จากนั้นจะนำไปผ่านเครื่องกรองเพื่อแยกเอาสารละลายและกากแร่ออกจากกัน

2) สารละลายกรดไฮโดรฟูโอริกจะนำไปสกัดแยกแทนทาลัม-ไนโอเบียมออก โดยใช้สารละลายอินทรีย์ที่เรียกว่า Methyl Isobutyl Ketone หรือ MIBK ผสมลงไป แทนทาลัม-ไนโอเบียมจะเข้าไปละลายในชั้นของ MIBK ในขณะที่สารมลทินอื่น ๆ ยังคงอยู่ในสารละลายทำให้สามารถแยกสารมลทินออกได้

3) การแยกแทนทาลัมและไนโอเบียมออกจาก MIBK จะเติมกรดกำมะถันเจือจางลงไปในชั้นของ MIBK ทำให้ไนโอเบียมแยกออกมาอยู่ในชั้นของกรดกำมะถัน จากนั้นแยกเอากรดกำมะถันออกไปจะได้แทนทาลัมที่ละลายอยู่ใน MIBK เท่านั้น สำหรับการแยกเอาแทนทาลัมออกจะเติมน้ำร้อนลงไปใน MIBK ทำให้แทนทาลัมมาละลายมาอยู่ในชั้นของน้ำแล้วจึงแยกเอาชั้นของน้ำออกมา

4) สารละลายที่มีไนโอเบียมละลายอยู่จะถูกส่งผ่านไปกระบวนการกลั่นลำดับส่วนเพื่อแยกเอาสารประกอบไนโอเบียมออกมา จากนั้นจะนำไปผสมกับสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ทำให้เกิดการตกตะกอนของไนโอเบียมไฮดรอกไซด์ที่ก้นถัง เมื่อนำตะกอนเหล่านี้ไปแห้งก็จะได้ผงไนโอเบียมออกไซด์ (Nb_2O_5) ไว้จำหน่ายต่อไป สำหรับสารละลายที่มีแทนทาลัมละลายอยู่ก็จะถูกส่งผ่านไปยังกระบวนการกลั่นลำดับส่วนเช่นเดียวกัน และเมื่อได้สารประกอบแทนทาลัมแล้ว จะใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตโปแตสเซียมฟลูออโรแทนทาเลต (K_2TaF_7) หรือ แทนทาลัมออกไซด์ (Ta_2O_5) ต่อไป โดยการผลิตแทนทาลัมออกไซด์จะมีหลักการเช่นเดียวกับการผลิตไนโอเบียมออกไซด์ ส่วนการผลิต K_2TaF_7 จะผสมสารละลายโปแตสเซียมฟลูออไรด์ (KF) เพื่อให้เกิดผลึก K_2TaF_7 ขึ้น จากนั้นจะกรองเอาผลึกดังกล่าวไปอบให้แห้งแล้วเก็บไว้เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผงแทนทาลัมต่อไป

5) การผลิตผงแทนทาลัมจะนำ K_2TaF_7 ที่ได้ ผสมกับโปแตสเซียมฟลูออไรด์ (KF) โปแตสเซียมคลอไรด์ (KCl) และโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) แล้วหลอมที่อุณหภูมิ 900-1,000 °C จะได้โลหะแทนทาลัมหลอมอยู่ด้านล่างของเตาส่วนด้านบนจะเป็นเกลือ เมื่อปล่อยให้เย็นลงแล้วก็จะทำการแยกชั้นของแทนทาลัมและเกลือที่อยู่ในรูปของแข็งออกจากกัน

6) ผงโลหะแทนทาลัมที่ได้จะนำไปปรับปรุงคุณสมบัติขั้นสุดท้าย เช่น เพิ่มความแข็งและพื้นที่ผิวซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของคุณสมบัติด้านความสามารถในการเก็บประจุไฟฟ้า จากนั้นจึงบรรจุลงถังที่ปิดสนิทเพื่อรอส่งไปจำหน่ายให้ลูกค้าต่อไป

รูปที่ 7.3 กระบวนการผลิต K_2TaF_7 ของบริษัท H C Starck GmbH
(ที่มา: www.tanb.org)

อุตสาหกรรมแทนทาลัมของประเทศไทย

อุตสาหกรรมผลิตแทนทาลัมของไทยถือเป็นอุตสาหกรรมที่ไม่ใหญ่นัก โดยมีผู้ประกอบการเพียงรายเดียว เนื่องจากความต้องการใช้โลหะแทนทาลัมในประเทศไทยยังมีไม่มากอีกทั้งแหล่งวัตถุดิบซึ่งเดิมทีได้จากการตะกรันของการถลุงแร่ดีบุกในประเทศก็มีปริมาณลดน้อยลงเรื่อยๆ แต่อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมการผลิตแทนทาลัมก็ยังคงสร้างรายได้ให้กับประเทศไทยปีละหลายพันล้านบาท และช่วยส่งเสริมการพัฒนาของอุตสาหกรรมต่อเนื่องในประเทศโดยเฉพาะอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ผู้ผลิตโลหะแทนทาลัมเพียงรายเดียวของประเทศไทย ได้แก่ บริษัท เอช. ซี. สตาร์ค จำกัด ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง โดยมีผู้ถือหุ้นคือ บริษัท H.C. Starck GmbH & Co. KG ซึ่งเป็นบริษัทในเครือของกลุ่ม Bayer AG ประเทศเยอรมนี การผลิตของบริษัทฯ แต่เดิมจะใช้ตะกรันดีบุกในประเทศ แต่เนื่องจากปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตโลหะดีบุก (บริษัท ไทยแลนด์สเมลติ้ง แอนด์รีไฟนิ่ง จำกัด) ได้เปลี่ยนมาใช้แร่ดีบุกนำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลักทำให้ตะกรันที่ได้มีปริมาณแทนทาลัมลดลงมาก ดังนั้นบริษัท เอช. ซี. สตาร์ค จำกัด จึงได้เปลี่ยนมาใช้วัตถุดิบนำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ แทนทาลัมกลาส แทนทาไลท์ และหัวแร่แทนทาลัม/ไนโอเบียม มาถลุงแทน โดยมีแหล่งที่มาจากประเทศออสเตรเลีย บราซิล เยอรมนี คองโก เนเธอร์แลนด์ ไนจีเรีย ซิมบับเว เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตประกอบด้วย ผงโลหะแทนทาลัม และสารประกอบของแทนทาลัมและไนโอเบียม โดยมีกำลังการผลิตผงโลหะแทนทาลัม 200 ตันต่อปี แทนทาลัมเพนตอกไซด์ (Ta_2O_5) 200 ตันต่อปี และไนโอเบียมเพนตอกไซด์ (Cb_2O_5) 300 ตันต่อปี โดยผงโลหะแทนทาลัมที่ได้ประมาณร้อยละ 30 จะจำหน่ายให้กับผู้ผลิตตัวเก็บประจุไฟฟ้าหรือคาปาซิเตอร์ในประเทศ ได้แก่ บริษัท เอ็นซีซี เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ส่วนที่เหลือส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ

ในปี 2550 ประเทศไทยมีการใช้โลหะแทนทาลัมปริมาณ 174 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 2,200 ล้านบาท และมีปริมาณการผลิตในประเทศได้จำนวน 142 ตัน และเนื่องจากโลหะแทนทาลัมจะใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการเทคโนโลยีค่อนข้างสูง ดังนั้นแทนทาลัมส่วนใหญ่ที่ผลิตได้จะส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จีน เยอรมนี ฟิลิปปินส์ เป็นต้น โดยใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเลนส์ และการผลิตโลหะผสม

รูปที่ 7.4 การใช้ประโยชน์โลหะแทนทาลัม
(ที่มา: www.hcstrack.com)

ปัญหาและอุปสรรคของอุตสาหกรรมแทนทาลัม

ผู้ผลิตแทนทาลัมรายเดียวของประเทศได้แก่ บริษัท เอช ซี สตาร์ค จำกัด ประสบกับปัญหาในด้านวัตถุดิบเป็นหลัก เนื่องจากตะกรันดีบุกซึ่งเคยใช้เป็นวัตถุดิบหลักมีปริมาณน้อยลง ทำให้บริษัทต้องเปลี่ยนวัตถุดิบชนิดใหม่เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตและส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น แทนทาลัมกลาสและแทนทาไลท์ เป็นต้น ดังนั้นต้นทุนการผลิตจึงขึ้นกับราคาวัตถุดิบในตลาดโลกเป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการของไทยยังมีกลุ่มพันธมิตรซึ่งเป็นบริษัทในเครือของกลุ่ม Bayer AG อยู่ในหลายประเทศทั่วโลก จึงมีข้อดีในการได้รับความร่วมมือทั้งในด้านการจัดหาวัตถุดิบและการพัฒนาผลิตภัณฑ์