

บทที่ 5

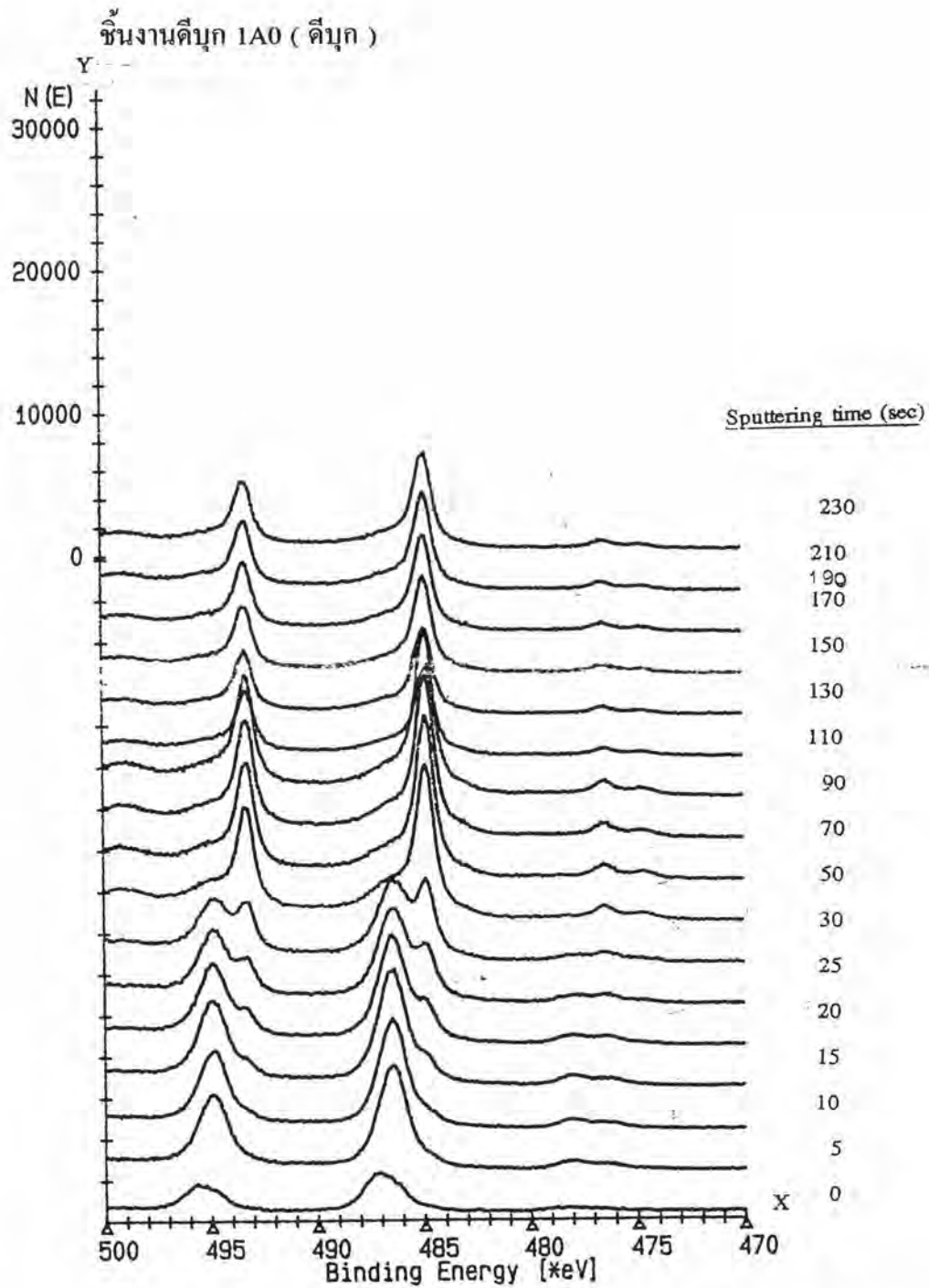
วิเคราะห์- สรุปการวิจัย

5.1 ชั้นงานดีบุกที่ไม่ได้ผ่านการทรีตเมนต์

ชั้นงานดีบุกที่เตรียมขึ้นมาจะมีชั้นฟิล์มเกิดขึ้นที่ผิว จากการวิเคราะห์ด้วย ESCA พบว่าชั้นพาสซีวชั้นของชั้นงานดีบุกจะมีลักษณะดังนี้ (ภาพที่ 5.1.1) คือ ที่ผิวบนสุด ของชั้นพาสซีวชั้นจะมีค่าพีคของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวที่ 487.1 eV อยู่ลึกจากผิวประมาณ 2 \AA องค์ประกอบทางเคมี ของชั้นนี้ยังไม่ทราบแน่นอน โดยจะมีสูตรต่างๆ ไปดังนี้คือ $\text{SnO}_x(\text{OH})_y \cdot n\text{H}_2\text{O}$ โดยจะขึ้นกับปริมาณของออกซิเจน จำนวนของหมู่ไฮดรอกซิล รวมทั้งจำนวน โมเลกุล ของน้ำที่เข้าทำปฏิกิริยา เนื่องจากชั้นนี้เป็นชั้นที่บางมากเมื่อทำการปาด ชั้นอะตอมประมาณ 2 \AA (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอม 5 วินาที) ชั้นนี้ก็จะหมด และจะพบว่าเกิดเคมีคัลซีฟจากค่า 487.1 เป็น 486.4 eV แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบที่ผิวชั้นพาสซีวชั้น และที่ระดับความลึกจากผิว 2 \AA นั้นแตกต่างกัน องค์ประกอบของดีบุกที่เกิดขึ้นที่ค่าพีคของสเปกตรัมของ พลังงานยึดเหนี่ยวนี้มีค่าใกล้เคียงกับออกไซด์ของดีบุก SnO_2 ซึ่งมีค่าพีคของสเปกตรัม ของพลังงานยึดเหนี่ยวที่ 486.6 eV เมื่อทำการปาดชั้นอะตอม ที่ผิวของชั้นพาสซีวชั้น ไปประมาณ 5 \AA (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอม 15 วินาที) จะเริ่มพบว่าเกิดพีค ของสเปกตรัมของดีบุก $\text{Sn3d}_{5/2}$ ที่ค่าพีคของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวที่ 484.9 eV (ชั้นงาน 1A0) ,(ภาพที่ 5.1.1) ,(ตารางที่ 5.1.1)

แสดงว่าที่ชั้นไดออกไซด์นี้เป็นดีบุก เมื่อพิจารณาชั้นพาสซีวชั้นที่ระดับความลึก 10 \AA (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอม 30 วินาที) จากผิวจะพบว่าพีคของสเปกตรัมนี้จะมีสองพีคเกิดขึ้นร่วมกัน และขนาดพีคของสเปกตรัมของดีบุก $\text{Sn3d}_{5/2}$ ที่ค่า พลังงานยึดเหนี่ยว 484.9 eV มีค่ามากขึ้น ส่วนขนาดพีค ของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวที่ 486.4 eV มีขนาดลดลง และเมื่อพิจารณาที่ระดับความลึก 16 \AA (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอมมีค่า 50 วินาที) จากผิวจะพบว่าพีคของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวที่ 486.4 eV จะถูกปาดออกหมดไป เหลือพีคของสเปกตรัมของดีบุกที่ 484.9 eV เพียงพีคเดียว

จากลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าออกไซด์ ของดีบุกที่เกิดขึ้นนั้นจะเกิดแยกชั้นกับชั้นของดีบุกโดยจะมีชั้นของดีบุก $\text{Sn3d}_{5/2}$ เกิดอยู่ข้างใต้ และชั้นของออกไซด์ของดีบุกที่มีค่าพีคของสเปกตรัมพลังงานยึดเหนี่ยวอยู่ในช่วง 486.4-486.6 eV อยู่ชั้นถัดออกมา และที่ชั้นบนสุดประมาณ 2 \AA จะเป็นชั้นขององค์ประกอบของดีบุก $\text{SnO}_x(\text{OH})_y \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ที่มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวที่ 487.1 eV และจะมีพีคของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวของออกซิเจน ในช่วง 530.2-531.6 eV ซึ่งจะมีอยู่ลึกจากผิวประมาณ 29 \AA (ระยะเวลาในการปาดชั้นอะตอมมีค่า 90 วินาที)

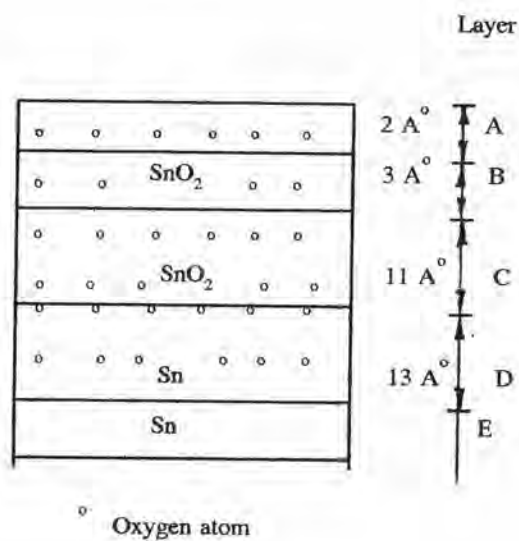


ภาพที่ 5.1.1 ผลวิเคราะห์ชั้นพาสซีวชั้นด้วย ESCA ชั้นงานคีนุกที่ไม่ผ่านการพรีดเมนต์

ตารางที่ 5.1.1 แสดงผลวิเคราะห์ ชั้นงานดีบุกที่ไม่ได้ผ่านการทรีตเมนต์
ด้วย ESCA

ชั้นงาน 1A0					
Sputtering					
time(sec.)	at % Sn	at% O	Peak ของ Sn	Peak ของ O	
			B.E. of Sn	B.E. of O	
0	31.37	68.63	487.1 ev.	531.6 ev.	
5	53.48	46.52	486.5 ev.	530.5 ev.	
10	58.13	41.87	486.5 ev.	530.4 ev.	
15	57.5	42.5	486.4 ev.	530.4 ev.	
20	66.26	33.74	486.5 ev.	530.4 ev.	
25	74.16	25.84	486.4 ev.	530.2 ev.	
30	76.39	23.61	486.5 ev.	530.4 ev.	
50	76.38	8.65	484.8 ev.	530.6 ev.	
70	91.35	8.65	484.8 ev.	530.5 ev.	
90	89.52	10.48	484.8 ev.	530.6 ev.	
110	94.28	5.72	484.9 ev.	PNF.	
130	97.52	2.5	484.9 ev.	PNF.	
150	99.02	0.98	484.9 ev.	PNF.	
170	96.82	3.18	484.9 ev.	PNF.	
190	93.3	6.7	484.8 ev.	PNF.	
210	91.96	8.04	484.9 ev.	PNF.	
230	96.44	3.56	484.8 ev.	PNF.	

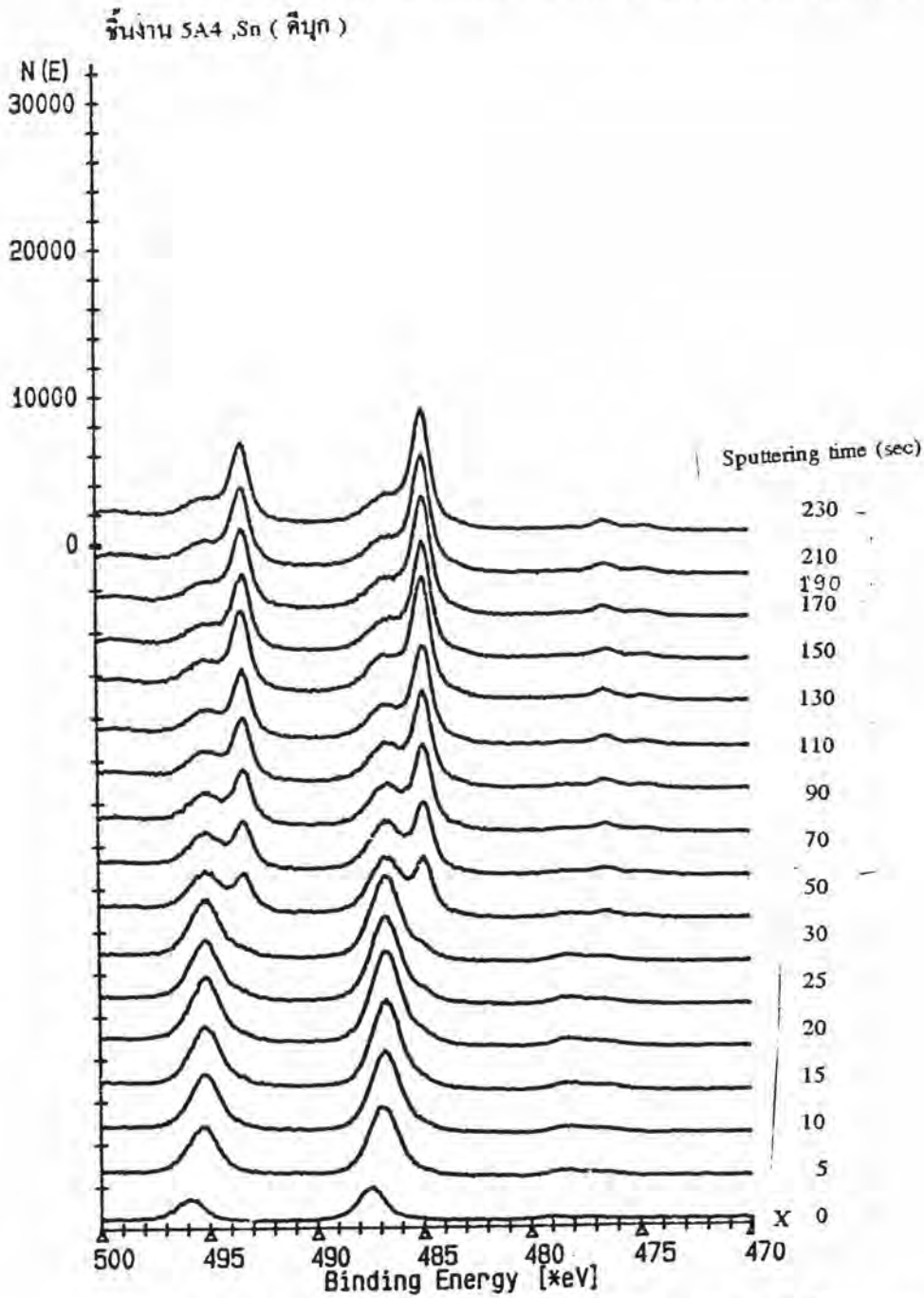
จากผลวิเคราะห์ที่ได้นำมาเขียนแบบจำลองของชั้นพาสซีเวชัน ชั้นงานดีบุกที่ไม่ได้ผ่านการทรีตเมนต์ได้ดังภาพที่ 5.1.2



ภาพที่ 5.1.2 ภาพจำลององค์ประกอบของชั้นพาสซีเวชันชั้นงานดีบุกที่ไม่ได้ผ่านการทรีตเมนต์ ที่ระดับความลึกต่างๆจากพื้นผิวชั้นงาน

จากภาพที่ 5.1.2 แสดงองค์ประกอบของชั้นพาสซีเวชันที่ระดับความลึกต่างๆ ชั้นนอกสุดเป็นชั้นที่บางมากมีความหนา 2 Å โดยมีออกไซด์ของดีบุก(ชั้น B และ ชั้น C) เกิดขึ้นแยกกับชั้นดีบุก (ชั้น D) โดยชั้น C จะเป็นชั้นของออกไซด์ของดีบุกที่มีความหนาเท่ากับระยะความลึกหนี (Escape depth) มีค่า 11 Å ก่อนถึงชั้นของดีบุก ซึ่งจะมีอะตอมออกซิเจนร่วมอยู่ด้วย โดยอะตอมออกซิเจน จะอยู่ที่ระดับลึกจากผิวชั้นงานถึง 29 Å จากชั้นนี้ไปก็จะเป็นชั้นของดีบุกเพียงอย่างเดียว (ชั้น E)

5.2 ชั้นงานดีบุกที่ผ่านการทำแอโนดิกที่รีดเมนต์ ที่ 40 mA/Cm^2
เมื่อนำชั้นงานมาวิเคราะห์พื้นผิวด้วย ESCA (ภาพที่ 5.2.1) (ตารางที่ 5.2.1)



ภาพที่ 5.2.1 ผลวิเคราะห์ชั้นงานดีบุกที่ผ่านการทำแอโนดิกที่ 40 mA/cm^2 ด้วย ESCA

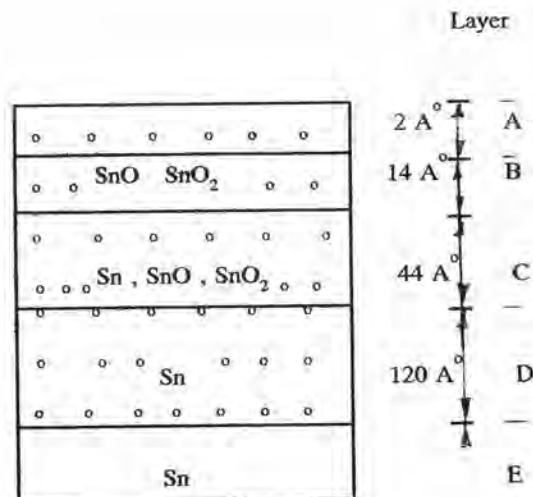
ตารางที่ 5.2.1 แสดงผลวิเคราะห์ชิ้นงานดีบุกที่ผ่านการทำแอโนดิกที่ 40 mA/cm^2 ด้วยเครื่อง ESCA

	ชิ้นงาน		5A4		
Sputtering					
time(sec.)			Peak ของ	Peak ของ	
	at % Sn	at% O	B.E. of Sn	B.E. of O	
0	26.73	73.27	487.4 ev	532 ev.	
5	40.27	59.73	486.9 ev.	530.7 ev.	
10	45.33	54.67	486.8 ev.	530.6 ev.	
15	47.26	52.74	486.7 ev.	530.6 ev.	
20	49.28	50.72	486.8 ev.	530.4 ev.	
25	51.69	48.31	486.7 ev.	530.6 ev.	
30	53.88	46.12	486.7 ev.	530.4 ev.	
50	66.28	33.72	486.8 ev.	530.8 ev.	
70	60.04	39.96	486.7 ev.	530.6 ev.	
90	61.98	38.02	486.7 ev.	530.6 ev.	
110	70.11	29.89	486.7 ev.	530.5 ev.	
130	70.96	29.04	486.7 ev.	530.6 ev.	
150	72.04	27.06	486.4 ev.	530.6 ev.	
170	79.34	20.66	486.0 ev.	530.8 ev.	
190	82.93	17.07	484.9 ev.	530.8 ev.	
210	77.2	22.8	484.9 ev.	530.7 ev.	
230	84.22	15.78	484.9 ev.	530.7 ev.	

จากภาพที่ 5.2.1 และตารางที่ 5.2.1 พบว่าค่าพลังงานยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นในชั้นพาสซีเวชันมีค่าเพิ่มขึ้นและเกิดการเปลี่ยนแปลงของออกไซด์ของดีบุก จากออกไซด์ของดีบุกที่มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่ำเป็นออกไซด์ของดีบุกที่มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวสูงขึ้น พบออกไซด์ของดีบุกเกิดขึ้นที่ระดับความลึกจากผิวมากขึ้น โดยออกไซด์ที่พบจะมีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวอยู่ระหว่างออกไซด์ของ

ดีบุก SnO_2 (B.E.= 486.6 eV) และ SnO (B.E. =486.8 eV) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ออกไซด์ที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นออกผสมระหว่างออกไซด์ทั้งสองชนิด จากการวิเคราะห์สเปกตรัม พบว่าออกไซด์นี้ส่วนใหญ่มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวที่ 486.7 eV ลักษณะของออกไซด์ดีบุกที่เกิดขึ้นนี้ส่วนใหญ่จะเกิดรวมอยู่ในชั้นของดีบุกที่ระดับความลึกจากผิว 16 - 60 Å ส่วนออกไซด์ของดีบุกที่ระดับความลึก 0-16 Å จะเป็นออกไซด์ผสมของดีบุกที่ไม่ได้อยู่ในชั้นของดีบุก

จากผลวิเคราะห์ที่ได้นำมาเขียนภาพจำลอง องค์ประกอบของชั้นพาสซีวชั้นที่ระดับความลึกต่างๆจากผิวชั้นงาน ที่ทำแอโนดิกที่ 40 mA/cm^2 ได้ดัง ภาพที่ 5.2.2



ภาพที่ 5.2.2 ภาพจำลององค์ประกอบของชั้นพาสซีวชั้นที่ระดับความลึกต่างๆจากผิวชั้นงานที่ทำแอโนดิกที่ 40 mA/cm^2

ชั้น A อยู่ลึกจากผิว 2Å มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวเพิ่มขึ้นเป็น 487.4 eV ชั้นนี้มีองค์ประกอบไม่แน่นอน อยู่ในรูปของ $\text{SnO}_x(\text{OH})_y \cdot n \text{H}_2\text{O}$

ชั้น B จะเป็นชั้นของออกไซด์ผสมระหว่าง SnO และ SnO_2 มีความหนา 14Å มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวส่วนใหญ่ที่ 486.7 eV ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นออกไซด์ผสม

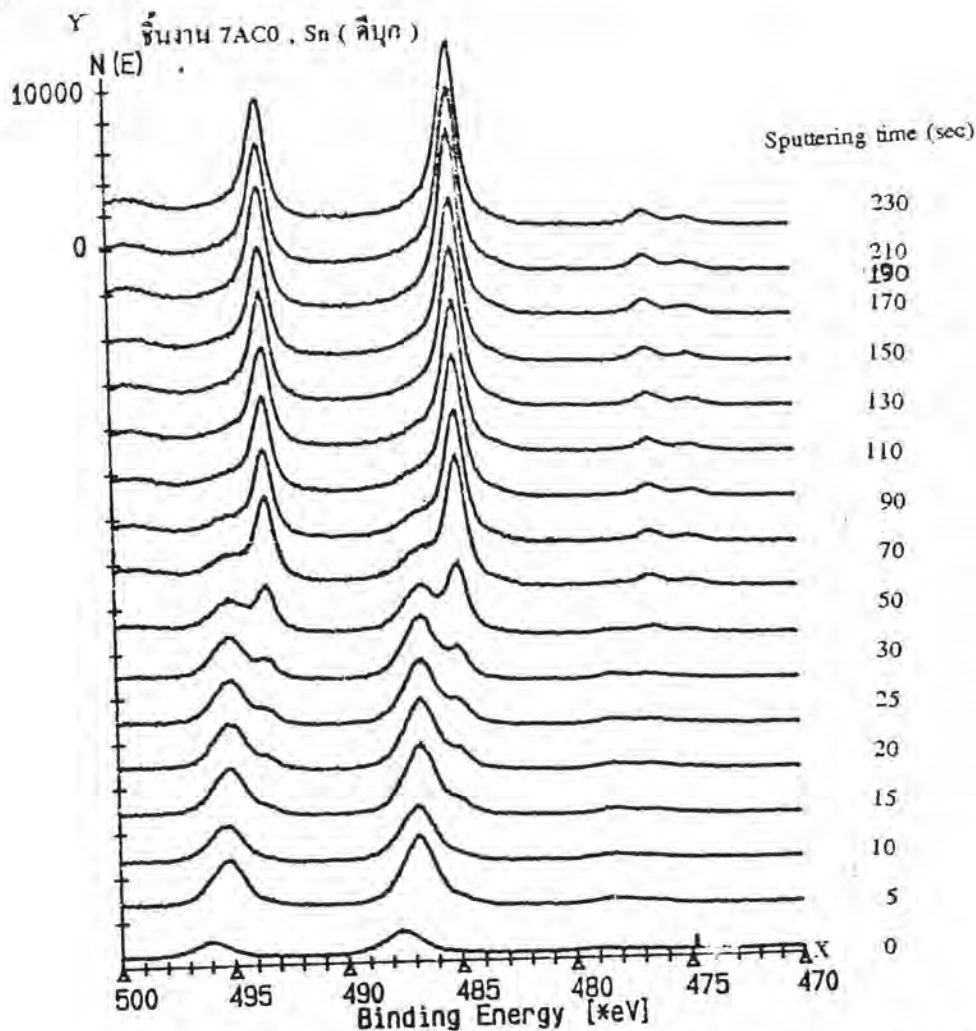
ชั้น C จะเป็นชั้นของออกไซด์ผสมระหว่าง SnO และ SnO₂ ซึ่งจะเกิดรวมอยู่กับชั้นของดีบุก มีความหนา 44 Å มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวส่วนใหญ่อยู่ที่ 486.7 eV

ชั้น D ที่ระดับความลึกจากผิว 60-180 Å อะตอมออกซิเจนที่เข้าไปอยู่ในชั้นนี้จะอยู่ร่วมกับดีบุก

ชั้น E ที่ระดับความลึกจากผิวมากกว่า 180 Å จะไม่พบอะตอมออกซิเจนในเนื้อชั้นงาน

5.3 ชั้นงานดีบุกที่ผ่านการทำแคโทดิกทรีตเมนต์เพียงอย่างเดียว

การทำแคโทดิกทรีตเมนต์ชั้นงานดีบุกเพียงอย่างเดียวจะทำให้ความสามารถในการต้านทานการกัดกร่อนเพิ่มขึ้นจากเดิม .25 เท่า (ตารางที่ 4.4.1) เมื่อวิเคราะห์ชั้นพาสซีวชั้นที่เกิดขึ้นที่ผิวด้วย ESCA เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่เกิดขึ้นที่ระดับความลึกต่างๆ ของชั้นพาสซีวชั้น (ภาพที่ 5.3.1)



ภาพที่ 5.3.1 ผลวิเคราะห์ชั้นพาสซีวชั้นงานดีบุกที่ผ่านการทำแคโทดิกทรีตเมนต์เพียงอย่างเดียวด้วย ESCA

ตารางที่ 5.3.1 ผลวิเคราะห์ชั้นพาสซีวชั้นที่ระดับความลึกต่างๆของชิ้นงานที่ผ่านการทำแคโทดิกทรีตเมนต์เพียงอย่างเดียว

	ชิ้นงาน			7AC0		
	at% Sn	at % O	at% Cr	Peak ของ	Peak ของ	Peak ของ
				B.E. of Sn	B.E.of O	B.E.of Cr
0	29.33	65.98	4.69	487.6 ev	532.4 ev.	P.N.F.
5	39.5	52.05	8.45	486.8 ev.	530.8 ev.	576.5 ev.
10	44.14	47.61	8.25	486.8 ev.	530.7 ev.	577.1 ev.
15	47.67	40.39	11.94	486.6 ev.	530.6 ev.	576.7 ev.
20	52.24	38.96	8.8	486.6 ev.	530.6 ev.	577.6.ev.
25	50.77	40.04	9.19	486.5 ev.	530.7 ev.	577.2 ev.
30	54.5	34.3	11.2	486.5 ev.	530.7 ev.	576.2 ev.
50	76.75	13.61	9.64	486.4 ev.	530.6ev.	577.1 ev.
70	91.76	0.43	7.81	484.9 ev.	530.4 ev.	577.7 ev.
90	95.41	1.13	5.72	484.9ev.	531 ev.	576.2 ev.
110	93.57	1.13	5.2	484.9 ev.	530. 8ev.	P.N.F.
130	92.66	3.24	4.1	484.9 ev.	522.4ev.	P.N.F.
150	96.16	2.85	0.99	484.9 ev.	523.4 ev.	P.N.F.
170	93.63	3.34	3.03	484.9 ev.	P.N.F.	P.N.F.
190	94.53	3.05	2.42	484.9 ev.	P.N.F.	P.N.F.
210	96.78	1.42	1.8	484.9 ev.	P.N.F.	P.N.F.
230	94.68	3.02	2.3	484.8 ev.	P.N.F.	P.N.F.

จากภาพที่ 5.3.1 พบว่าชั้นพาสซีวชั้นของชิ้นงานดิบที่ผ่านการทำแคโทดิกทรีตเมนต์เพียงอย่างเดียวจะมีลักษณะดังนี้คือ ชั้นนอกสุดจะมีค่าพีคของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวที่

487.6 eV ชั้นนี้จะมีความหนาประมาณ 2 \AA ที่ชั้นนี้จะไม่พบฟลักออกไซด์ของโครเมียม และค่าฟลักของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวของชั้นนี้จะมีค่าเพิ่มขึ้น 0.5 eV จากชั้นงานดีบุกที่ไม่ได้ทำแคโทดิกทรีตเมนต์โดยมีค่า 487.6 eV เมื่อพิจารณาที่ระดับความลึก 2-22 อังสตรอม (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอม (5-70 วินาที)

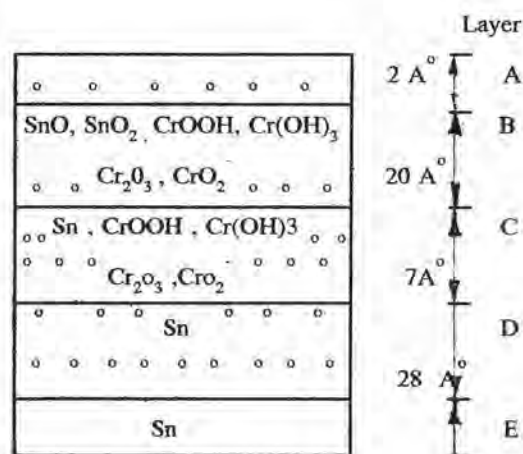
ค่าฟลักของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยว ที่บริเวณใกล้เคียงกับดีบุก $\text{Sn}3d_{5/2}$ มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ที่ระดับความลึกประมาณ 4 อังสตรอม (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอมมีค่า 10 วินาที) ค่าฟลักของสเปกตรัม เพิ่มขึ้น 0.3 eV จากค่า 486.5 เป็น 486.8 eV และพบว่า เกิดออกไซด์ของโครเมียม ซึ่งมีค่าฟลักของสเปกตรัมที่ 577.1 eV เป็น องค์ประกอบของ CrOOH เกิดร่วมอยู่ด้วย เมื่อพิจารณาที่ระดับความลึกประมาณ 7 \AA (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอมมีค่า 20วินาที) ค่าฟลักของสเปกตรัมเพิ่มขึ้น 0.1 eV จากค่า 486.5 เป็น 486.6 eV ซึ่งเป็นออกไซด์ดีบุก SnO_2 และพบว่าออกไซด์ของโครเมียมที่เกิดขึ้นในชั้นนี้ มีค่าฟลักของสเปกตรัมที่ 577.6 eV ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโครเมียม $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ที่ระดับความลึก 22 \AA ฟลักของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวของออกไซด์ของดีบุกจะหมดไป เกิดฟลักของสเปกตรัมของดีบุก $\text{Sn}3d_{5/2}$ ที่ 484.9 eV ขึ้น

แสดงว่าออกไซด์ของดีบุกอยู่ลึกจากผิวมีค่าประมาณ 22 \AA เมื่อพิจารณาฟลักของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวบริเวณใกล้เคียงกับฟลักสเปกตรัมของโครเมียมที่ความลึก 29 \AA (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอม มีค่า 90 วินาที) พบฟลักของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวบริเวณใกล้เคียงกับฟลักสเปกตรัมของโครเมียม มีค่า 576.2 eV แต่ ที่ระดับความลึก 35 \AA (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอมมีค่า 110วินาที) จะไม่พบฟลักของออกไซด์ของโครเมียม แสดงว่าออกไซด์ของโครเมียมอยู่ลึกจากผิวมีค่าประมาณ 29 \AA (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอมมีค่า 90 วินาที) และเมื่อพิจารณา ฟลักของสเปกตรัมของออกซิเจนที่มีค่าระหว่าง 522-532.4 eV จะไม่พบฟลัก ที่ความลึกจากผิวประมาณ 48 \AA ซึ่งถ้าเป็นชั้นงานที่ไม่ได้ทำแคโทดิกทรีตเมนต์ จะพบอะตอมออกซิเจนอยู่ลึกจากผิวประมาณ 29 อังสตรอม (เวลาที่ใช้ในการปาดชั้นอะตอม มีค่า 90 วินาที) เท่านั้น

การทำแคโทดิกทรีตเมนต์จะทำให้เกิดออกไซด์ของโครเมียมขึ้นร่วมกับออกไซด์ของดีบุก และจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ของออกไซด์ของดีบุก โดยจะทำให้ค่าฟลักของ สเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวของออกไซด์ของดีบุกมีค่าเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของออกไซด์ของดีบุกจาก SnO_2 (ซึ่งมีค่าฟลักของ สเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวที่ 486.6 eV) เป็น SnO (ซึ่งมีค่าฟลักของสเปกตรัมของพลังงานยึดเหนี่ยวที่ 486.8 eV) ออกไซด์ของโครเมียมที่เกิดขึ้นมีความหนาประมาณ 29 \AA ซึ่งจะอยู่ลึกจากผิวมากกว่าออกไซด์ของดีบุก ซึ่งอยู่ลึกจากผิวประมาณ 22 \AA โดยออกไซด์ของโครเมียมส่วนหนึ่งจะเกิดร่วมกับออกไซด์ของดีบุกที่ระดับความลึก 22 \AA และอีกส่วนหนึ่ง เกิดอยู่ในชั้นของดีบุกที่ระดับความลึก $22-29 \text{ \AA}$ โดยออกไซด์ของโครเมียมที่พบอยู่ในรูปแบบต่างๆคือ Cr_2O_3 , CrOOH , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, และ CrO_2^+ ขึ้นกับค่าฟลักของ

สเปกตรัมของออกไซด์ของโครเมียมที่เกิดขึ้นมีค่าตามลำดับดังนี้ 577.6 , 577.0 , 577.3 และ 576.1 eV

จากผลวิเคราะห์ชั้นพาสซีวชั้นที่ได้ นำมาสร้างภาพจำลององค์ประกอบของชั้นพาสซีวชั้นชั้นงานที่ผ่านการทำแคโทดิกทรีตเมนต์เพียงอย่างเดียว ดังภาพที่ 5.3.2



ภาพที่ 5.3.2 ภาพจำลององค์ประกอบของชั้นพาสซีวชั้นชั้นงานดีบุกที่ผ่านการทำแคโทดิกทรีตเมนต์เพียงอย่างเดียว

ชั้น A มีความหนาประมาณ 2 Å องค์ประกอบของชั้นนี้ยังไม่ทราบแน่นอนมีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวที่ 487.6 eV

ชั้น B ที่ระดับความลึกจากผิว 2-22 Å ชั้นนี้มีความหนาประมาณ 20 Å จะประกอบด้วยออกไซด์ของดีบุก และองค์ประกอบของโครเมียม เกิดร่วมกันอยู่ โดยออกไซด์ของดีบุกจะประกอบด้วย SnO และ SnO₂ เกิดร่วมกันอยู่ ส่วนองค์ประกอบของโครเมียมจะอยู่ในรูปของ CrOOH Cr(OH)₃ Cr₂O₃ CrO₂⁺ เกิดร่วมกันอยู่

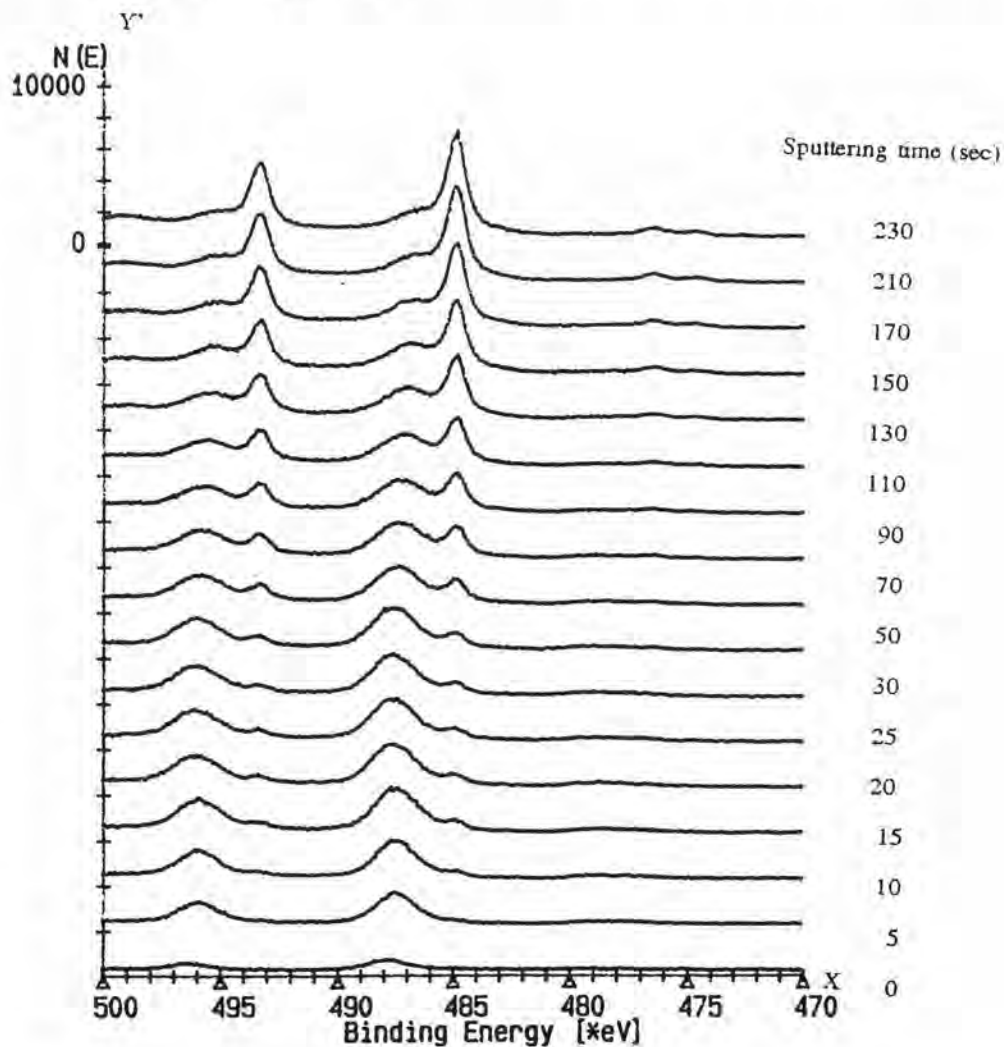
ชั้น C ที่ระดับความลึกจากผิว 22-29 Å ชั้นนี้มีความหนาประมาณ 7 Å ประกอบด้วยองค์ประกอบของโครเมียมอยู่ในรูปของ CrOOH Cr(OH)₃ Cr₂O₃ CrO₂⁺ เกิดรวมกันอยู่ กับชั้นของดีบุก (Sn)

ชั้น D ที่ระดับความลึก 29 - 57 Å จะพบอะตอมออกซิเจนที่ระดับความลึกนี้ เกิดรวมอยู่ กับชั้นของดีบุก(Sn)

ชั้น E ที่ระดับความลึกมากกว่า 57 Å จะเป็นชั้นของดีบุก เพียงอย่างเดียว

5.4 ชิ้นงานดีบุกที่ผ่านการทำแอโนดิกที่ 40 mA/cm² ก่อนการทำแคโทดิกทรีตเมนต์ การทำแอโนดิกที่รีตเมนต์ด้วยค่าความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า 40 mA/cm² ก่อนแล้ว จึงทำแคโทดิกทรีตเมนต์จะเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการทำแคโทดิกทรีตเมนต์ให้สูงขึ้น โดย จะทำให้ความสามารถในการต้านทานการกัดกร่อนมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 6 เท่า ของชิ้นงานที่ผ่านการทำ แคโทดิกทรีตเมนต์เพียงอย่างเดียว เมื่อทำการวิเคราะห์พื้นผิวของชิ้นงานด้วย ESCA (ภาพที่ 5.4.1)

ชิ้นงาน II AC4 , Sn (ดีบุก)



ภาพที่ 5.4.1 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบของชั้นพาสซีเวชัน ชั้นงานที่ผ่านการทำแอโนดิกที่ 40 mA/cm^2 ก่อนการทำแคโทดิกที่รีดเมนต์

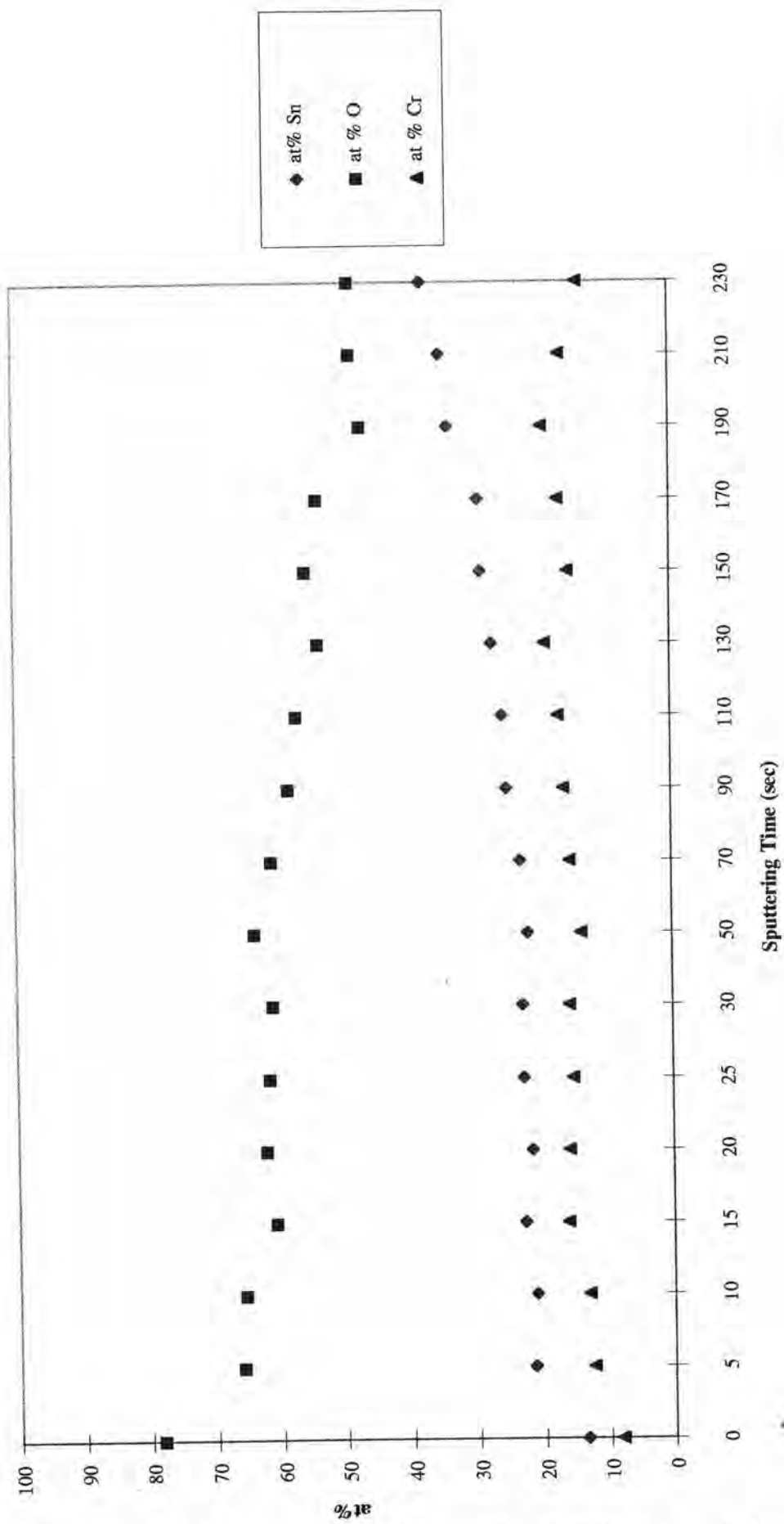
ตารางที่ 5.4.1 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบของชั้นพาสซีเวชัน ชั้นงานที่ผ่านการทำแอโนดิกที่ 40 mA/cm^2 ก่อนการทำแคโทดิกที่รีดเมนต์

Sputtering time (sec)	ชั้นงาน			I1AC4		
	at% Sn	at % O	at % Cr	Peak ของ	Peak ของ	Peak ของ
				B.E. of Sn	B.E. of O	B.E. of Cr
0	13.68	78.12	8.2	487.6 ev	532.6 ev.	P.N.F.
5	21.57	65.87	12.56	487.5 ev.	531.5 ev.	578 ev.
10	21.25	65.48	13.27	487 ev.	531.5 ev.	577.7ev.
15	22.95	60.71	16.34	487.7 ev.	531.5 ev.	577.5 ev.
20	21.79	62.12	16.09	487.7 ev.	531.3 ev.	577.7 ev.
25	23.03	61.55	15.42	487.7 ev.	531.7 ev.	577.0 ev.
30	23.12	60.96	15.92	487.6 ev.2	531 ev.	577.3 ev.
50	22.2	63.71	14.09	487.6 ev.	530.7 ev.	577.5 ev.
70	23.25	60.98	15.67	487.3 ev.	530.9 ev.	576 ev.
90	25.2	58.26	16.54	487.5 ev.	530.8 ev.	577.3 ev.
110	25.83	56.94	17.23	487.4 ev.	530.7 ev.	577 ev.
130	27.27	53.53	19.2	487 ev.	530.9 ev.	577.3 ev.
150	28.91	55.4	15.69	487.1 ev.	530.6 ev.	577.3 ev.
170	29.25	53.57	17.18	486.9 ev.	530.6 ev.	576.7 ev.
190	33.69	46.74	19.57	486.5 ev.	530.8 ev.	576.7 ev.
210	34.8	48.33	16.87	484.9 ev.	530.7 ev.	577.2 ev.
230	37.56	48.38	14.06	484.8 ev.	530.6 ev.	577.1 ev.

จากภาพที่ 5.4.1 และตารางที่ 5.4.1 พบว่าค่าพลังงานยึดเหนี่ยวของออกไซด์ของดีบุกที่ได้มีค่าแตกต่างจากชั้นงานที่ผ่านการทำแคโทดิกที่รีดเมนต์เพียงอย่างเดียว โดยมีค่าส่วนใหญ่อยู่ที่ 487.7 eV แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของชั้นพาสซีเวชันนั้นแตกต่างกัน เมื่อพิจารณา at% ของ Cr

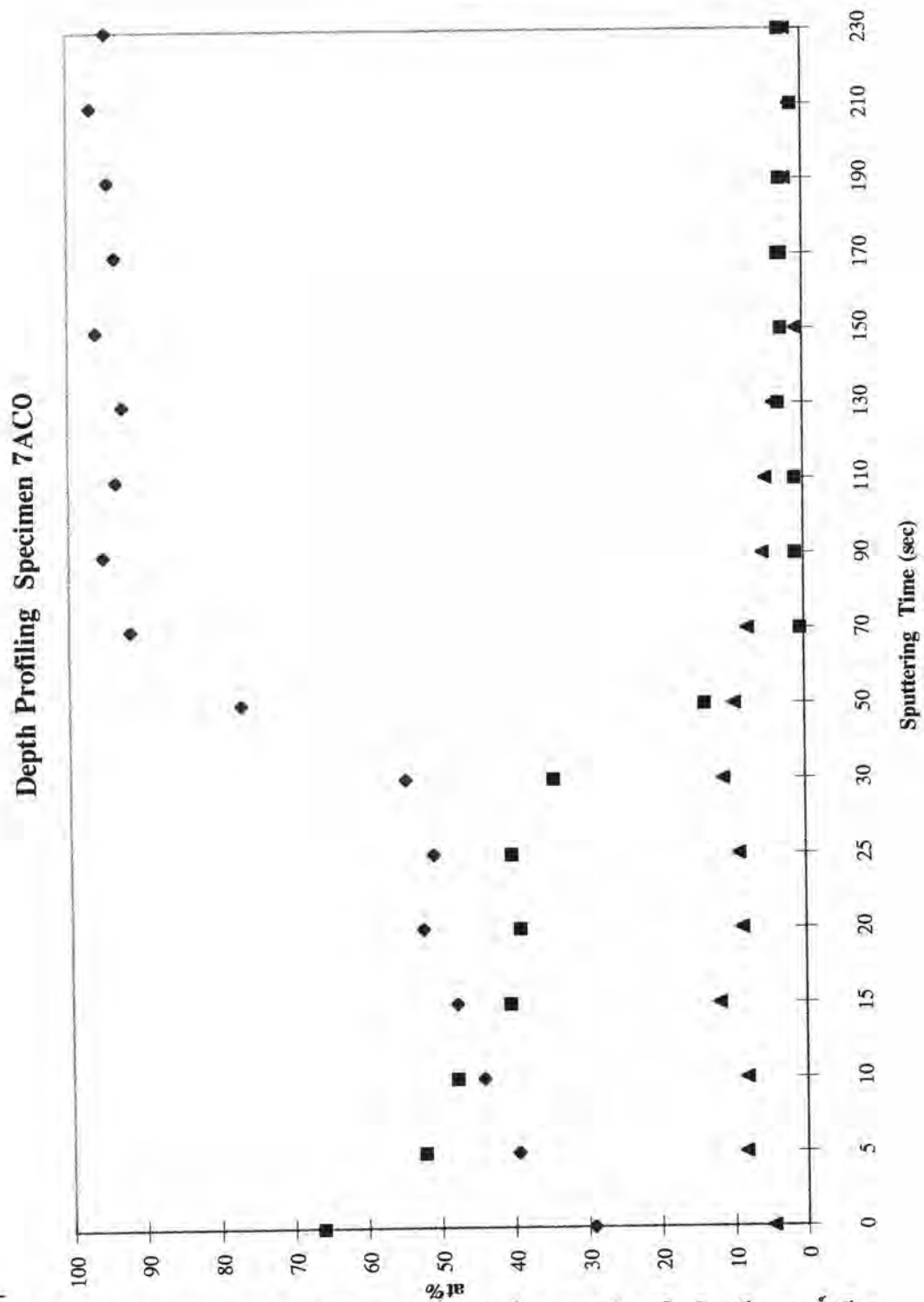
จากตารางที่ 5.4.1 พบว่า at% ของ Cr ที่วิเคราะห์จะมีค่ามากกว่า 12% (ภาพที่ 5.4.2) ส่วนชั้นงานที่ผ่านการทำแคโทดิกที่รีดเมนต์เพียงอย่างเดียวค่า at% ของ Cr ต่ำกว่า 12% มาก (ภาพที่ 5.4.3)

Depth Profiling Specimen 11AC4



ภาพที่ 5.4.2 แสดง depth profiling ของชั้นงานที่ผ่านการทำแอโนดิกที่ 40 mA/cm² ก่อนการทำแคโทดิกที่รีดเมนต์วิเคราะห์ด้วย ESCA

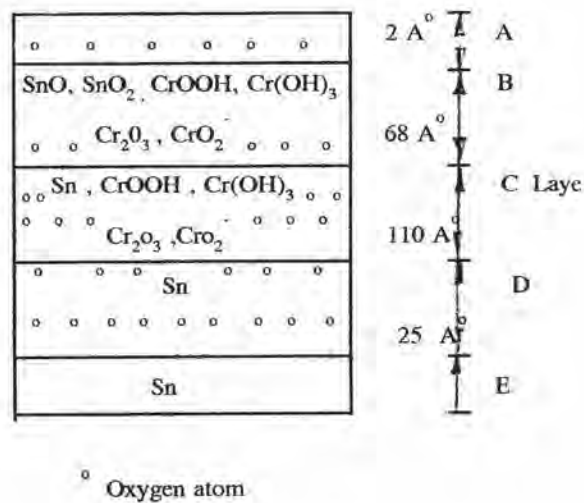
จากภาพที่แสดงจะพบว่า at% ของ Cr มีค่ามากกว่า 12%



ภาพที่ 5.4.3 แสดง depth profiling ของชิ้นงานที่ผ่านการทำแคโทดิกทรีตเมนต์ เพียง
 อย่างเดียว วิเคราะห์ด้วย ESCA
 จากภาพที่แสดงจะพบว่า at% ของ Cr มีค่าน้อยกว่า 12%

เมื่อวิเคราะห์ความลึกของออกไซด์ของโครเมียมพบว่า ออกไซด์ของโครเมียมอยู่ลึกจากผิวถึง 180 \AA โดยองค์ประกอบของโครเมียมที่พบจะอยู่ในรูปของ CrOOH Cr(OH)_3 Cr_2O_3 CrO_2^+ เกิดร่วมกับชั้นออกไซด์ของดีบุกส่วนหนึ่ง และ อีกส่วนหนึ่งเกิดร่วมกับชั้นของดีบุก (Sn) และเนื่องจาก at% ของCr ในชั้นพาสซีเวชันมีค่ามากกว่า 12% ทำให้ความสามารถในการต้านทานการกัดกร่อนมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 6 เท่าของชิ้นงานที่ผ่านการทำแคโทดิกทรีตเมนต์เพียงอย่างเดียว

ภาพที่ 5.4.4 แสดงภาพจำลององค์ประกอบของชั้นพาสซีเวชัน ชิ้นงานที่ผ่านการทำแอนโนดิกที่ 40 mA/cm^2 ก่อนการทำแคโทดิกทรีตเมนต์



ภาพที่ 5.4.4 แสดงภาพจำลององค์ประกอบของชั้นพาสซีเวชัน ชิ้นงานที่ผ่านการทำแอนโนดิกที่ 40 mA/cm^2 ก่อนการทำแคโทดิกทรีตเมนต์

- ชั้น A ที่ระดับความลึกจากผิวชิ้นงาน $0-2 \text{ \AA}$ มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวขององค์ประกอบดีบุกที่ 487.6 eV ไม่พบองค์ประกอบของCr
- ชั้น B ที่ระดับความลึกจากผิวชิ้นงาน $2-70 \text{ \AA}$ ชั้นนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบของโครเมียมที่อยู่ในรูปของ CrOOH Cr(OH)_3 Cr_2O_3 CrO_2^+ เกิดร่วมกับออกไซด์ของดีบุก ซึ่งออกไซด์ของดีบุกประกอบด้วย SnO และ SnO_2
- ชั้น C ที่ระดับความลึกจากผิว $70-180 \text{ \AA}$ ชั้นนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบของโครเมียมที่อยู่ในรูปของ CrOOH Cr(OH)_3 Cr_2O_3 CrO_2^+ เกิดร่วมกับ ชั้นของดีบุก(Sn)

ชั้น D ที่ระดับความลึกจากผิว 180 - 205 A° ชั้นนี้ประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนอยู่
ร่วมกับชั้นของดีบุก

42

ชั้น E ที่ระดับความลึกมากกว่า 205 A° จะเป็นชั้นของดีบุก (Sn) เพียงอย่างเดียว