



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณ Carbon yield (wt%) ของท่อนาโนคาร์บอนแต่ละเงื่อนไข

ตาราง ก-1 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 5 V ขึ้นงานด้านบนแอโนด (+) ด้านล่างแคโทด (-)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Went) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4005 | 0.4749 | 0.4362 | 0.0744 | 0.0357 | 47.9838 |
| 2 | 0.446 | 0.5304 | 0.4735 | 0.0844 | 0.0275 | 32.5829 |
| 3 | 0.4835 | 0.5624 | 0.492 | 0.0789 | 0.0085 | 10.7731 |
| 4 | 0.4222 | 0.4965 | 0.4785 | 0.0743 | 0.0563 | 75.7738 |
| 5 | 0.4561 | 0.6466 | 0.5463 | 0.1905 | 0.0902 | 47.349 |
| 6 | 0.4481 | 0.4822 | 0.5583 | 0.0341 | 0.1102 | 323.1671 |

ตาราง ก-2 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 5 V ขึ้นงานด้านบนแคโทด (-) ด้านล่างแอโนด (+)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Went) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|---------|
| 1 | 0.4384 | 0.5488 | 0.474 | 0.1104 | 0.0356 | 32.2463 |
| 2 | 0.4364 | 0.5027 | 0.4491 | 0.663 | 0.0127 | 19.1553 |
| 3 | 0.4412 | 0.5149 | 0.4794 | 0.0737 | 0.0382 | 51.8317 |
| 4 | 0.4552 | 0.5741 | 0.4943 | 0.1189 | 0.0391 | 32.8847 |
| 5 | 0.4643 | 0.5485 | 0.5311 | 0.0842 | 0.0668 | 79.3349 |
| 6 | 0.4481 | 0.5016 | 0.5009 | 0.0535 | 0.052 | 97.1962 |

ตาราง ก-3 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 10 V ขึ้นงานด้านบนแอโนด (+) ด้านล่างแคโทด (-)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Went) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4593 | 0.5191 | 0.5172 | 0.0538 | 0.036 | 66.9144 |
| 2 | 0.4113 | 0.4562 | 0.4542 | 0.083 | 0.0344 | 41.4457 |
| 3 | 0.448 | 0.4688 | 0.4808 | 0.0479 | 0.0061 | 12.7348 |
| 4 | 0.4422 | 0.4587 | 0.5088 | 0.0698 | 0.0912 | 130.659 |
| 5 | 0.4317 | 0.4529 | 0.5207 | 0.096 | 0.0691 | 71.9791 |
| 6 | 0.4439 | 0.4607 | 0.5138 | 0.0628 | 0.0761 | 121.1783 |

ตาราง ก-4 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 10 V ขึ้นงานด้านบนแคโทด (-) ด้านล่างแอโนด (+)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Went) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4125 | 0.473 | 0.4632 | 0.0605 | 0.0507 | 83.8016 |
| 2 | 0.426 | 0.494 | 0.4818 | 0.0608 | 0.0558 | 91.7763 |
| 3 | 0.4392 | 0.4634 | 0.5071 | 0.0242 | 0.0679 | 280.5785 |
| 4 | 0.4745 | 0.5095 | 0.5584 | 0.035 | 0.0839 | 239.7142 |
| 5 | 0.4386 | 0.4749 | 0.5768 | 0.0363 | 0.1382 | 380.7162 |
| 6 | 0.4196 | 0.4906 | 0.5292 | 0.071 | 0.1096 | 154.3661 |

ตาราง ก-5 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 15 V
 ใช้งานด้านบนแอโนด (+) ด้านล่างแคโทด (-)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Wcnt) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|---------|
| 1 | 0.4361 | 0.6114 | 0.4846 | 0.1753 | 0.0485 | 27.6668 |
| 2 | 0.4271 | 0.5786 | 0.4461 | 0.1515 | 0.019 | 12.5412 |
| 3 | 0.4528 | 0.604 | 0.4822 | 0.1512 | 0.0294 | 19.4444 |
| 4 | 0.442 | 0.5665 | 0.5252 | 0.1245 | 0.0832 | 66.8273 |
| 5 | 0.4488 | 0.5854 | 0.5153 | 0.1366 | 0.0665 | 48.6822 |
| 6 | 0.4673 | 0.5512 | 0.532 | 0.0836 | 0.0647 | 77.3923 |

ตาราง ก-6 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 15 V
 ใช้งานด้านบนแคโทด (-) ด้านล่างแอโนด (+)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Wcnt) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4349 | 0.5764 | 0.4543 | 0.1415 | 0.0194 | 13.7102 |
| 2 | 0.3908 | 0.4962 | 0.6388 | 0.1045 | 0.248 | 237.3205 |
| 3 | 0.4943 | 0.5966 | 0.5262 | 0.1023 | 0.0319 | 31.1827 |
| 4 | 0.4754 | 0.5697 | 0.5086 | 0.0943 | 0.0332 | 35.2067 |
| 5 | 0.4684 | 0.5686 | 0.5013 | 0.1002 | 0.0329 | 32.8343 |
| 6 | 0.4417 | 0.5598 | 0.4772 | 0.1181 | 0.0355 | 30.0592 |

ตาราง ก-7 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 20 V
 ใช้งานด้านบนแอโนด (+) ด้านล่างแคโทด (-)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Went) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4168 | 0.4706 | 0.4528 | 0.0538 | 0.036 | 66.9144 |
| 2 | 0.4254 | 0.5084 | 0.4598 | 0.083 | 0.0344 | 41.4457 |
| 3 | 0.4276 | 0.4755 | 0.4337 | 0.0479 | 0.0061 | 12.7348 |
| 4 | 0.4477 | 0.5175 | 0.5389 | 0.0698 | 0.0912 | 130.659 |
| 5 | 0.4587 | 0.5547 | 0.5278 | 0.096 | 0.0691 | 71.9791 |
| 6 | 0.4685 | 0.5313 | 0.5446 | 0.0628 | 0.0761 | 121.1783 |

ตาราง ก-8 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 20 V
 ใช้งานด้านบนแคโทด (-) ด้านล่างแอโนด (+)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Went) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4609 | 0.4888 | 0.5739 | 0.0279 | 0.113 | 405.0179 |
| 2 | 0.4195 | 0.4428 | 0.4796 | 0.0233 | 0.0601 | 257.9399 |
| 3 | 0.4697 | 0.5286 | 0.5374 | 0.0589 | 0.0677 | 114.9405 |
| 4 | 0.4572 | 0.4979 | 0.5014 | 0.0407 | 0.0442 | 108.5995 |
| 5 | 0.4057 | 0.4505 | 0.4446 | 0.0448 | 0.0389 | 86.8303 |
| 6 | 0.4101 | 0.4492 | 0.4456 | 0.0391 | 0.0355 | 90.7928 |

ตาราง ก-9 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 25 V
 ใช้งานด้านบนแอโนด (+) ด้านล่างแคโทด (-)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Wcnt) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4369 | 0.5316 | 0.4906 | 0.0947 | 0.0537 | 56.7053 |
| 2 | 0.4481 | 0.5689 | 0.4758 | 0.1208 | 0.0277 | 22.9304 |
| 3 | 0.4489 | 0.5705 | 0.4733 | 0.1216 | 0.0244 | 20.0657 |
| 4 | 0.4312 | 0.528 | 0.4953 | 0.0968 | 0.0641 | 66.219 |
| 5 | 0.4385 | 0.5431 | 0.5509 | 0.1046 | 0.1124 | 107.4569 |
| 6 | 0.4587 | 0.5651 | 0.5761 | 0.1064 | 0.1174 | 110.3383 |

ตาราง ก-10 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 25 V
 ใช้งานด้านบนแคโทด (-) ด้านล่างแอโนด (+)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Wcnt) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4654 | 0.5282 | 0.5101 | 0.0628 | 0.0447 | 71.1783 |
| 2 | 0.4694 | 0.5536 | 0.5117 | 0.0842 | 0.0417 | 49.5249 |
| 3 | 0.4467 | 0.5027 | 0.4766 | 0.056 | 0.0299 | 53.3928 |
| 4 | 0.4563 | 0.482 | 0.5589 | 0.0257 | 0.1026 | 399.2217 |
| 5 | 0.4545 | 0.4857 | 0.5521 | 0.0312 | 0.0976 | 312.8205 |
| 6 | 0.4249 | 0.4473 | 0.4532 | 0.0224 | 0.0283 | 126.3392 |

ตาราง ก-11 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 30 V
 ใช้งานด้านบนแอโนด (+) ด้านล่างแคโทด (-)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Wcnt) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4507 | 0.5264 | 0.497 | 0.0757 | 0.0463 | 61.1624 |
| 2 | 0.4603 | 0.5291 | 0.5194 | 0.0688 | 0.0591 | 85.9011 |
| 3 | 0.4655 | 0.5584 | 0.5154 | 0.0929 | 0.0499 | 53.7136 |
| 4 | 0.4514 | 0.5076 | 0.5633 | 0.0558 | 0.1119 | 200.5376 |
| 5 | 0.4433 | 0.5263 | 0.5737 | 0.083 | 0.1304 | 157.1084 |
| 6 | 0.4697 | 0.56 | 0.5943 | 0.0903 | 0.1246 | 137.9844 |

ตาราง ก-12 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขความต่างศักย์ไฟฟ้า เท่ากับ 30 V
 ใช้งานด้านบนแคโทด (-) ด้านล่างแอโนด (+)

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Wcnt) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4816 | 0.5982 | 0.5343 | 0.1166 | 0.0527 | 45.1972 |
| 2 | 0.472 | 0.5516 | 0.5154 | 0.0796 | 0.0434 | 54.5226 |
| 3 | 0.4432 | 0.5318 | 0.476 | 0.0886 | 0.0328 | 37.0203 |
| 4 | 0.4681 | 0.5715 | 0.5501 | 0.1034 | 0.082 | 79.3036 |
| 5 | 0.4601 | 0.5451 | 0.5671 | 0.085 | 0.107 | 125.8823 |
| 6 | 0.4697 | 0.5712 | 0.536 | 0.1015 | 0.0663 | 65.3201 |

ตาราง ก-13 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขข้อสเตรตทองแดงผ่านการทำปฏิกิริยา
10%Ar + 90%H₂

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Wcnt) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4627 | 0.5138 | 0.4952 | 0.0511 | 0.0325 | 63.6007 |
| 2 | 0.4626 | 0.5311 | 0.4968 | 0.0685 | 0.0342 | 49.927 |
| 3 | 0.4771 | 0.5009 | 0.5135 | 0.0238 | 0.0364 | 152.9411 |
| 4 | 0.4386 | 0.4795 | 0.4738 | 0.0409 | 0.0352 | 86.0635 |
| 5 | 0.4701 | 0.5073 | 0.4836 | 0.0372 | 0.0135 | 36.2903 |
| 6 | 0.4453 | 0.4915 | 0.4773 | 0.0462 | 0.032 | 69.264 |

ตาราง ก-14 แสดงข้อมูล Carbon yield (wt%) ที่เงื่อนไขข้อสเตรตทองแดงไม่ผ่านการทำ
ปฏิกิริยา

| No. | Cu-Place | Cu + NiO | Cu + CNTs | NiO (Wc) | CNTs (Wcnt) | %Yield |
|-----|----------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| 1 | 0.4297 | 0.4938 | 0.4588 | 0.0641 | 0.0291 | 75.3978 |
| 2 | 0.4366 | 0.548 | 0.4892 | 0.1114 | 0.0526 | 47.2172 |
| 3 | 0.4196 | 0.513 | 0.4784 | 0.0945 | 0.0589 | 62.328 |
| 4 | 0.4315 | 0.5478 | 0.4614 | 0.1163 | 0.0299 | 25.7093 |
| 5 | 0.4379 | 0.502 | 0.5428 | 0.0641 | 0.1049 | 163.6505 |
| 6 | 0.4592 | 0.5378 | 0.5153 | 0.0786 | 0.0561 | 71.374 |

W_c คือ น้ำหนักของโลหะคะตะลิสต์ (หน่วย g)
W_{CNT} คือ น้ำหนักของท่อนานาโนคาร์บอน (หน่วย g)
Cu+Place คือ น้ำหนักของข้อสเตรตทองแดง (หน่วย g)
Cu+NiO คือ น้ำหนักของนิกเกิลออกไซด์บนแผ่นข้อสเตรตทองแดง (หน่วย g)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาวโชติกา สุทธิชาติ

วัน เดือน ปีเกิด

14 สิงหาคม 2530

ประวัติการศึกษา

จบชั้นมัธยมศึกษาที่โรงเรียนสรรพวิทยาคม

อ. แม่สอด จ. ตาก

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved