

### 3-2-2-2 化學鍍鎳修飾後金屬氫化物快速放電性質與電功率

在本小節中，吾人對經化學鍍鎳修飾之金屬氫化物電極討論其兩種放電性質，其中之一是以完成活化程序後以大電流放電，其設定的放電速率分別為 1、2、4、7 和 10C，得到其放電容量後計算金屬氫化物電極活性物之利用率；第二種是電池的瞬間放電功率，其程序是在電池完成活化後，以 0.2C 分別充電到 140% SOC，再以 0.2C 放電至 100、80、60、40 與 20% SOC 時，分別暫停放電後以 6、8 與 10C 速率放電 10 秒，並計算第 10 秒之電功率，此實驗的目的是要模擬油電混合車在行進時，瞬間快速放電時電池需要高功率運作的情形。

圖 3-33 為未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物在不同放電速率下之放電曲線圖，設定之放電速率分別為 1、2、4、7 和 10C。由於在快速放電中，因電池內阻造成其放電平台電壓下降，故在此不同放電速率下之放電曲線及其放電終止電壓時，若採固定終止電壓值將失真。因此在放電終止電壓之決定是觀察各放電速率下之放電曲線，當其電壓至放電末期呈現急速下降時即為其放電終止電壓。由圖 3-33 中可知放電截止電壓會隨著放電速率增加而減少，在以 0.2C 放電時放電截止電壓為 0.95V，不過在當放電速率提升到 1、2、4、7 和 10C 時，放電截止電壓分別減少為 0.8、0.5、0.4、0.3 和 0.3V。吾人利用各放

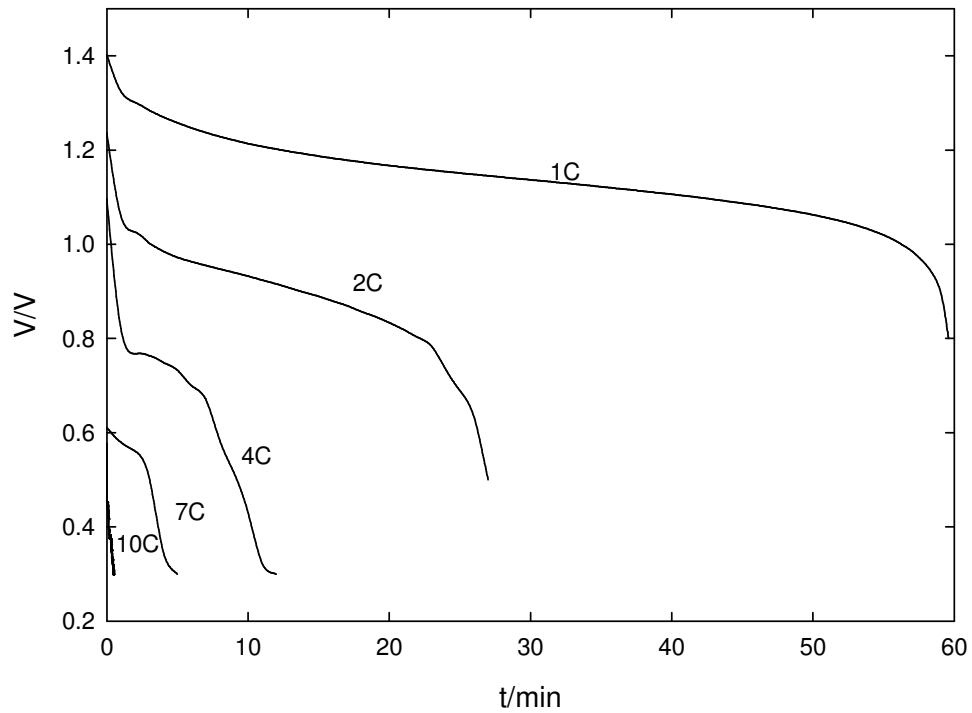


圖 3-33 未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物電極在不同放電速率下之放電

### 曲線

#### 電極組成:

正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ l  
PVA(7.69wt.%)。

#### 電極活化程序:

電池在充放電前先浸泡在 30°C 水浴中 12 小時，充電  
速率=0.2C，放電速率=0.2C，SOC=160%，放電截  
止電壓=0.95V，T=30°C。

#### 測試程序:

先以 0.2C 充電到 140% SOC，再以 1、2、4、7 和 10C  
放電。

電曲線的終止時間，即可計算得知各放電速率下之電容量，再除以理論電容量，即可計算得知各放電速率下之電容量，再除以理論電容量即可得知其利用率。其他不同修飾條件下之放電曲線如附圖 B-1 到附圖 B-16。將各化學鍍修飾條件下所得金屬氫化物在各放電速率所得之利用率整理於表 3-27 與 3-28 中。

表 3-27 和 3-28 為未經修飾化學鍍鎳修飾和以表 3-2 中化學鍍鎳條件修飾後之金屬氫化物，製作成電極與電池後在不同放電速率下所得金屬氫化物之利用率，表 3-27 為計算利用率時不包含所鍍上之鎳，而表 3-28 則計入化學鍍鎳之量。同樣的吾人在本節討論時，仍以不包含化學鍍所鍍上之鎳含量所計算出的利用率為主(即表 3-27)。

由表 3-27 中發現未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物電極在 1C 和 2C 放電時其利用率有 98.8 和 89.8%，明顯優於大部分經化學鍍鎳修飾的組別，當放電速率逐漸提升時，經化學鍍鎳修飾的效果逐漸顯現出來；及化學鍍鎳之金屬氫化物表面出較大之活性利用率。以 10C 放電時，未經化學鍍鎳修飾的活性物利用率只剩下 7.6%，而經化學鍍鎳修飾的組別最好的還可達到 58.7% (表 3-27 中的 No.2)。吾人推測這可能是在當放電速率提升時，會加速金屬氫化物表面氧化速率，而鎳層具有抗氧化的能力，因此在放電速率越大時，經化學鍍修飾的效果會越明顯；另一原因應是化學鍍鎳可增加電極活性物間的導電度，使其內

表 3-27 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在大電流放

電時活性物利用率(不計入化學鍍鎳)

電極組成:正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ PVA(7.69wt.%)。

電極活化程序:電池在充放電前先浸泡在 30°C 水浴中 12 小時, 充電速率=0.2C,

放電速率=0.2C, 放電截止電壓=0.95V, 充放電次數=5 次, 溫度= 30°C。

No.#	Utilization/%				
	Discharge rate				
	1C	2C	4C	7C	10C
-----*	98.8 $\pm$ 0.5	89.8 $\pm$ 0.2	67.1 $\pm$ 0.5	51.5 $\pm$ 4.8	7.6 $\pm$ 0.3
1	78.7 $\pm$ 1.3	74.9 $\pm$ 1.3	66.2 $\pm$ 1.4	37.8 $\pm$ 1.1	15.4 $\pm$ 1.6
2	101.3 $\pm$ 1.6	98.9 $\pm$ 1.0	89.1 $\pm$ 1.7	75.7 $\pm$ 0.6	58.7 $\pm$ 1.2
3	105.7 $\pm$ 1.1	101.6 $\pm$ 1.0	89.9 $\pm$ 1.3	73.1 $\pm$ 2.9	51.6 $\pm$ 1.1
4	86.3 $\pm$ 1.0	71.9 $\pm$ 1.9	59.7 $\pm$ 0.3	34.0 $\pm$ 1.0	12.9 $\pm$ 2.3
5	99.7 $\pm$ 1.9	92.2 $\pm$ 1.9	84.2 $\pm$ 0.4	68.7 $\pm$ 0.8	46.3 $\pm$ 0.8
6	102.6 $\pm$ 2.0	94.0 $\pm$ 0.1	82.8 $\pm$ 4.9	60.0 $\pm$ 2.4	51.7 $\pm$ 0.6
7	100.0 $\pm$ 1.7	95.3 $\pm$ 1.8	77.7 $\pm$ 3.6	61.0 $\pm$ 3.4	17.5 $\pm$ 2.5
8	91.9 $\pm$ 1.1	89.1 $\pm$ 2.6	74.6 $\pm$ 0.2	48.5 $\pm$ 0.7	13.4 $\pm$ 1.5
9	98.8 $\pm$ 1.2	94.7 $\pm$ 3.0	78.8 $\pm$ 1.7	54.3 $\pm$ 1.1	13.3 $\pm$ 0.2
10	10.6 $\pm$ 2.1	8.4 $\pm$ 1.6	4.6 $\pm$ 0.2	2.0 $\pm$ 0.8	0.5 $\pm$ 0.4
11	65.1 $\pm$ 0.6	63.1 $\pm$ 0.2	46.9 $\pm$ 2.0	19.7 $\pm$ 3.1	1.7 $\pm$ 0.8
12	95.0 $\pm$ 2.8	91.4 $\pm$ 1.6	80.3 $\pm$ 3.2	51.0 $\pm$ 1.3	20.5 $\pm$ 1.4
13	101.6 $\pm$ 1.3	98.7 $\pm$ 1.0	86.9 $\pm$ 4.0	65.6 $\pm$ 2.5	31.0 $\pm$ 2.4
14	0.3 $\pm$ 0.1	0.4 $\pm$ 0.2	0.4 $\pm$ 0.3	0.5 $\pm$ 0.4	0.5 $\pm$ 0.5
15	20.8 $\pm$ 0.7	18.5 $\pm$ 0.3	7.9 $\pm$ 0.7	1.5 $\pm$ 1.3	0.1 $\pm$ 0.1
16	90.9 $\pm$ 3.8	88.0 $\pm$ 2.1	72.9 $\pm$ 0.2	56.0 $\pm$ 0.6	35.6 $\pm$ 4.7

#此編號與表 3-2 相同 \*未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物

表 3-28 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在大電流放

電時活性物利用率(計入化學鍍鎳)

電極組成:正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ PVA(7.69wt.%)。

電極活化程序:電池在充放電前先浸泡在 30°C 水浴中 12 小時, 充電速率=0.2C,

放電速率=0.2C, 放電截止電壓=0.95V, 充放電次數=5 次, 溫度= 30°C。

No.#	Utilization/%				
	Discharge rate				
	1C	2C	4C	7C	10C
-----*	98.8 $\pm$ 0.5	89.8 $\pm$ 0.2	67.1 $\pm$ 0.5	51.5 $\pm$ 4.8	7.6 $\pm$ 0.3
1	74.7 $\pm$ 3.0	71.2 $\pm$ 2.9	62.9 $\pm$ 2.9	35.8 $\pm$ 0.2	14.7 $\pm$ 1.9
2	94.0 $\pm$ 1.5	91.8 $\pm$ 0.9	82.7 $\pm$ 1.6	70.2 $\pm$ 0.5	54.5 $\pm$ 1.1
3	97.4 $\pm$ 1.0	93.6 $\pm$ 1.0	82.8 $\pm$ 1.2	67.3 $\pm$ 2.7	47.6 $\pm$ 1.0
4	82.1 $\pm$ 1.0	70.0 $\pm$ 0.3	56.0 $\pm$ 0.6	34.2 $\pm$ 0.8	12.2 $\pm$ 2.2
5	90.4 $\pm$ 1.8	83.6 $\pm$ 1.6	76.4 $\pm$ 0.4	62.3 $\pm$ 0.8	42.0 $\pm$ 0.8
6	91.4 $\pm$ 1.8	83.7 $\pm$ 0.1	73.7 $\pm$ 4.3	53.4 $\pm$ 2.1	46.0 $\pm$ 0.5
7	90.4 $\pm$ 1.6	86.1 $\pm$ 1.6	70.3 $\pm$ 3.3	55.1 $\pm$ 3.1	15.8 $\pm$ 2.3
8	86.1 $\pm$ 0.8	83.4 $\pm$ 2.2	69.8 $\pm$ 0.004	45.4 $\pm$ 0.6	12.6 $\pm$ 1.4
9	87.6 $\pm$ 1.1	83.9 $\pm$ 2.6	69.8 $\pm$ 1.5	48.2 $\pm$ 1.0	11.8 $\pm$ 0.2
10	10.5 $\pm$ 2.1	8.4 $\pm$ 1.6	4.6 $\pm$ 0.2	2.0 $\pm$ 0.8	0.5 $\pm$ 0.4
11	63.8 $\pm$ 0.6	61.8 $\pm$ 0.2	45.9 $\pm$ 2.0	19.3 $\pm$ 3.1	1.7 $\pm$ 0.8
12	87.7 $\pm$ 2.6	84.3 $\pm$ 1.5	74.1 $\pm$ 3.0	47.1 $\pm$ 1.2	18.9 $\pm$ 1.3
13	94.7 $\pm$ 1.2	91.2 $\pm$ 1.7	80.3 $\pm$ 3.0	60.6 $\pm$ 1.8	28.9 $\pm$ 2.2
14	0.3 $\pm$ 0.1	0.4 $\pm$ 0.2	0.4 $\pm$ 0.3	0.5 $\pm$ 0.4	0.5 $\pm$ 0.5
15	20.8 $\pm$ 0.7	18.5 $\pm$ 0.3	7.9 $\pm$ 0.7	1.5 $\pm$ 1.3	0.1 $\pm$ 0.1
16	83.7 $\pm$ 3.5	81.1 $\pm$ 1.9	67.1 $\pm$ 0.2	51.6 $\pm$ 0.6	32.8 $\pm$ 4.4

#此編號與表 3-2 相同 \*未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物

阻下降。吾人比較未經化學鍍鎳修飾之金屬氫化物和以表 3-2 中 No.2 與 No.3 化學鍍條件修飾之金屬氫化物在各放電速率下之放電曲線(圖 3-34 到圖 3-37)，可以發現 No.2 和 No.3 的放電平台電壓確實比未修飾金屬氫化物來的高，表示所鍍上之鎳層確實可改善其導電性與防止金屬氧化物的生成，增進在快速放電時的性能。

表 3-29 到 3-34 之數據則是未經化學鍍鎳修飾與利用表 3-2 中化學鍍鎳條件修飾後金屬氫化物電極，在不同 SOC 下，以 6、8 和 10C 瞬間放電 10 秒時，取其電壓和電流相乘所得之瞬間功率，表格中打虛線表示電壓已經為負值，無法計算電功率。吾人在討論瞬間功率時，為了反應出所鍍上的鎳對電功率所造成的影響，因此計算電功率時都有計入化學鍍鎳含量(表 3-30、表 3-32 與表 3-34)。

從表中也可發現在以 6C 瞬間放電時(表 3-30)，以未經化學鍍鎳修飾的金屬氫化物其功率最高，但隨著放電速率的提升，利用化學鍍鎳修飾所得之金屬氫化物的電功率明顯高於為修飾。此現象和在大電流快速放電時一樣，表示化學鍍鎳層確實具有抗氧化的能力及增加導電度的功能，且放電速率越大，其修飾效果越明顯。在一般研究化學鍍鎳修飾金屬氫化物的研究中，並沒有針對瞬間功率做測試，而在相關文獻中關於瞬間功率的測試，都是以商業化電池或者是針對高功率運用所開發的電池進行測試。

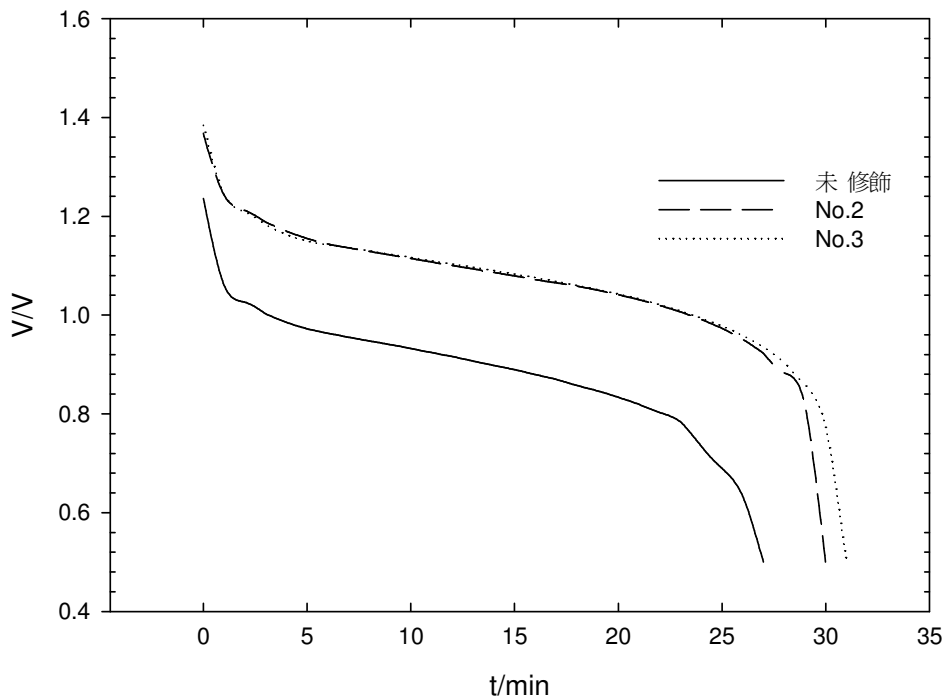


圖 3-34 未修飾電極、與經表 3-2 中 No.2 和 No.3 條件修飾之金屬氫化物在 2C 放電速率下之放電曲線

電極組成:

正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ l PVA(7.69wt.%)。

電極活化程序:

電池在充放電前先浸泡在 30 $^{\circ}$ C 水浴中 12 小時，充電速率=0.2C，放電速率=0.2C，SOC=160%，放電截止電壓=0.95V，T=30 $^{\circ}$ C。

測試程序:

先以 0.2C 充電到 140% SOC，再以 2C 放電。

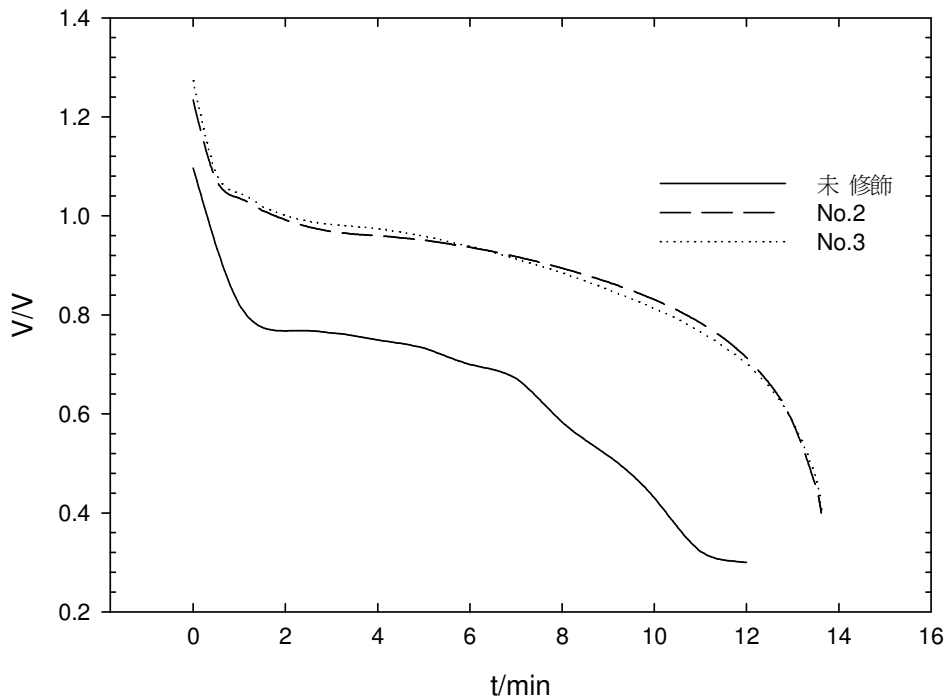


圖 3-35 未修飾電極、與經表 3-2 中 No.2 和 No.3 條件修飾之金屬氫化物在 4C 放電速率下之放電曲線

電極組成:

正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ l PVA(7.69wt.%)。

電極活化程序:

電池在充放電前先浸泡在 30 $^{\circ}$ C 水浴中 12 小時，充電速率=0.2C，放電速率=0.2C，SOC=160%，放電截止電壓=0.95V，T=30 $^{\circ}$ C。

測試程序:

先以 0.2C 充電到 140% SOC，再以 4C 放電。



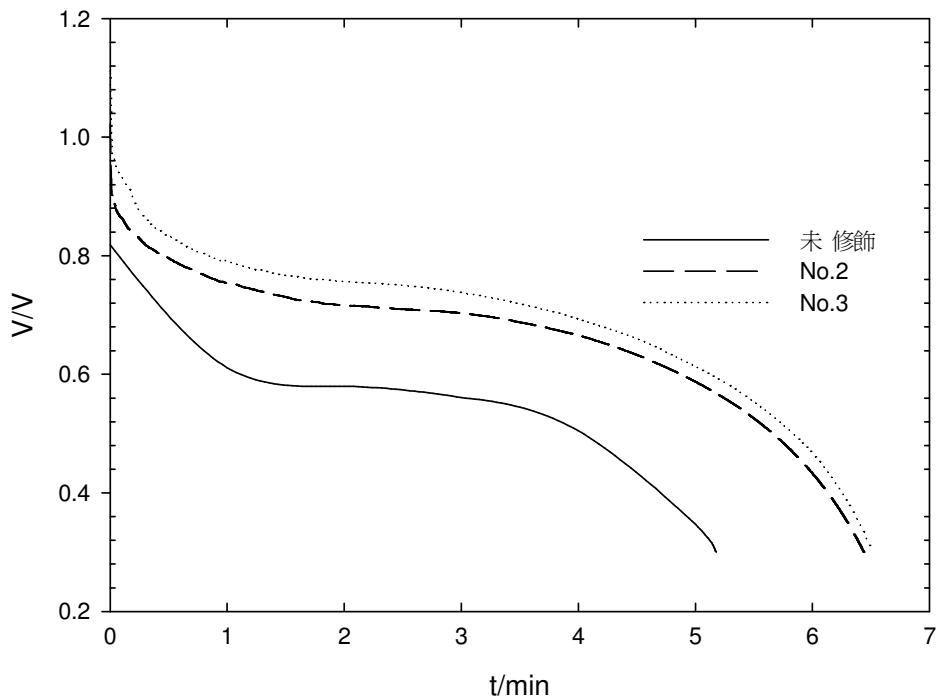


圖 3-36 未修飾電極、與經表 3-2 中 No.2 和 No.3 條件修飾之金屬氫化物在 7C 放電速率下之放電曲線

電極組成:  
電極組成:

正極:跟耐能電池購得之商業化正極。  
負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ l PVA(7.69wt.%)。

電極活化程序:

電池在充放電前先浸泡在 30°C 水浴中 12 小時，充電速率=0.2C，放電速率=0.2C，SOC=160%，放電截止電壓=0.95V，T=30°C。

測試程序:

先以 0.2C 充電到 140% SOC，再以 7C 放電。

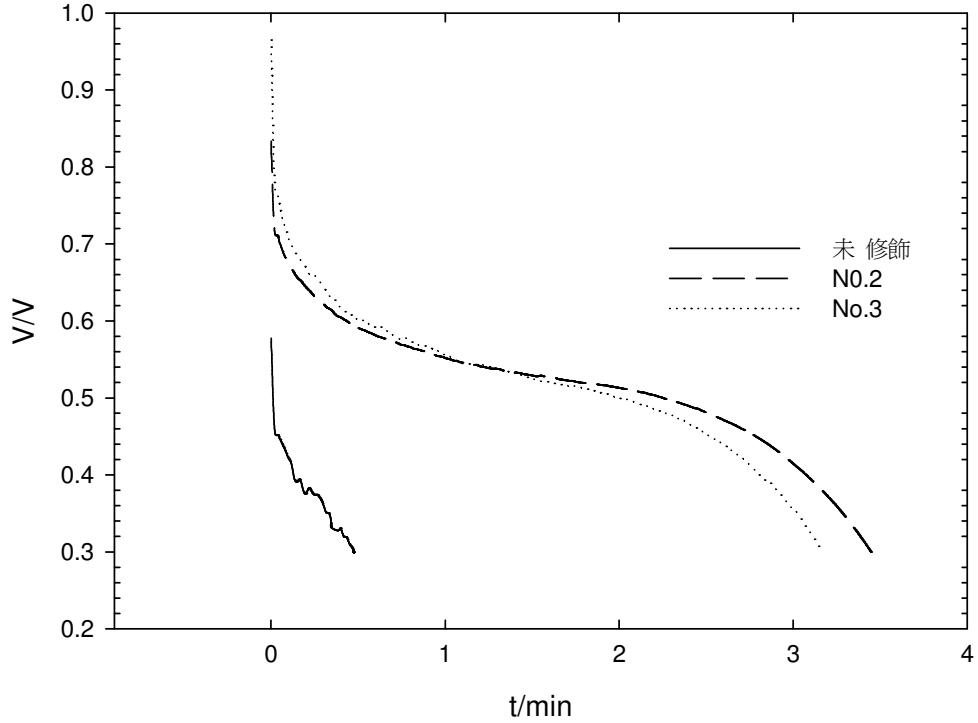


圖 3-37 未修飾電極、與經表 3-2 中 No.2 和 No.3 條件修飾之金屬氫化物在 10C 放電速率下之放電曲線

電極組成:

正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ l PVA(7.69wt.%)。

電極活化程序:

電池在充放電前先浸泡在 30 $^{\circ}$ C 水浴中 12 小時，充電速率=0.2C，放電速率=0.2C，SOC=160%，放電截止電壓=0.95V，T=30 $^{\circ}$ C。

測試程序:

先以 0.2C 充電到 140% SOC，再以 10C 放電。

表 3-29 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以

6C 速率瞬間放電之電功率(不計入化學鍍鎳)

電極組成:正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56μPVA(7.69wt.%)。

測試程序:電池活化後以 0.2C 充電到 140% SOC, 在以 0.2C 逐漸放電到 0.95V, 在 100%、80%、60%、40%和 20% SCC 時, 以 6C 放電 10 秒, 計算在第 10 秒時之電功率。

No.#	Power/ W g <sup>-1</sup>				
	SOC/%				
	100%	80%	60%	40%	20%
-----*	1.83±0.06	1.73±0.06	1.69±0.05	1.61±0.01	1.39±0.04
1	1.49±0.36	1.40±0.34	1.29±0.41	-----	-----
2	1.80±0.05	1.66±0.05	1.62±0.06	1.52±0.09	1.26±0.12
3	1.78±0.07	1.68±0.07	1.67±0.07	1.58±0.06	1.36±0.06
4	1.24±0.01	1.11±0.11	1.05±0.02	0.54±0.01	-----
5	1.82±0.06	1.76±0.04	1.74±0.03	1.65±0.03	1.36±0.04
6	1.46±0.04	1.37±0.07	1.36±0.07	1.23±0.04	0.82±0.01
7	1.61±0.14	1.58±0.10	1.59±0.09	1.50±0.12	1.21±0.20
8	1.34±0.25	1.28±0.25	1.31±0.24	1.16±0.29	0.70±0.25
9	1.78±0.07	1.74±0.06	1.78±0.05	1.71±0.05	1.10±0.15
10	0.95±0.26	-----	-----	-----	-----
11	1.15±0.03	0.98±0.09	-----	-----	-----
12	1.53±0.06	1.46±0.03	1.41±0.02	1.29±0.06	1.04±0.08
13	1.50±0.11	1.43±0.12	1.39±0.12	1.30±0.11	1.03±0.11
14	-----	-----	-----	-----	-----
15	0.85±0.22	-----	-----	-----	-----
16	1.47±0.03	1.45±0.03	1.44±0.02	1.22±0.11	0.97±0.11

#此編號與表 3-2 相同 \*未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物

表 3-30 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以

6C 速率瞬間放電之電功率(計入化學鍍鎳)

電極組成:正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ PVA(7.69wt.%)。

測試程序:電池活化後以 0.2C 充電到 140% SCO，在以 0.2C 逐漸放電到 0.95V，在 100%、80%、60、40%和 20% SCC 時，以 6C 放電 10 秒，計算在第 10 秒時之電功率。

No.#	Power/ W g <sup>-1</sup>				
	SOC/%				
	100%	80%	60%	40%	20%
-----*	1.83±0.06	1.73±0.06	1.69±0.05	1.61±0.01	1.39±0.04
1	1.42±0.37	1.34±0.36	1.24±0.42	-----	-----
2	1.67±0.05	1.55±0.04	1.51±0.05	1.42±0.09	1.17±0.11
3	1.64±0.06	1.55±0.06	1.54±0.07	1.46±0.06	1.25±0.06
4	1.18±0.01	1.06±0.11	1.00±0.02	0.51±0.01	-----
5	1.65±0.05	1.59±0.03	1.58±0.03	1.50±0.03	1.23±0.03
6	1.30±0.04	1.22±0.07	1.21±0.06	1.10±0.04	0.73±0.01
7	1.46±0.13	1.43±0.09	1.43±0.08	1.36±0.11	1.09±0.18
8	1.26±0.24	1.21±0.24	1.23±0.23	1.09±0.27	0.66±0.24
9	1.57±0.06	1.55±0.05	1.58±0.04	1.52±0.05	0.98±0.13
10	0.95±0.26	-----	-----	-----	-----
11	1.12±0.02	0.96±0.09	-----	-----	-----
12	1.41±0.05	1.35±0.03	1.30±0.02	1.19±0.06	0.96±0.08
13	1.39±0.11	1.32±0.12	1.28±0.13	1.20±0.11	0.95±0.11
14	-----	-----	-----	-----	-----
15	0.85±0.22	-----	-----	-----	-----
16	1.35±0.03	1.34±0.03	1.33±0.02	1.12±0.10	0.90±0.10

#此編號與表 3-2 相同 \*未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物

表 3-31 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以

8C 速率瞬間放電之電功率(不計入化學鍍鎳)

電極組成:正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ PVA(7.69wt.%)。

測試程序:電池活化後以 0.2C 充電到 140% SCO，在以 0.2C 逐漸放電到 0.95V，在 100%、80%、60、40%和 20% SCC 時，以 8C 放電 10 秒，計算在第 10 秒時之電功率。

No.#	Power/ W g <sup>-1</sup>				
	SOC/%				
	100%	80%	60%	40%	20%
-----*	2.11±0.04	1.78±0.13	1.83±0.01	1.57±0.08	-----
1	1.20±0.36	1.02±0.45	-----	-----	-----
2	1.78±0.12	1.69±0.06	1.65±0.01	1.19±0.30	-----
3	1.87±0.17	1.81±0.18	1.77±0.18	1.47±0.13	-----
4	0.96±0.36	1.12±0.21	0.83±0.25	-----	-----
5	1.98±0.16	1.97±0.12	1.96±0.11	1.75±0.13	0.65±0.10
6	1.65±0.15	1.58±0.17	1.53±0.18	1.31±0.21	0.39±0.33
7	1.55±0.25	1.57±0.18	1.63±0.17	1.43±0.18	0.38±0.25
8	1.12±0.37	1.29±0.20	1.33±0.20	1.08±0.13	-----
9	1.90±0.26	1.88±0.19	1.84±0.21	1.73±0.23	0.80±0.73
10	-----	-----	-----	-----	-----
11	0.77±0.03	0.72±0.01	-----	-----	-----
12	1.70±0.11	1.77±0.12	1.73±0.15	1.51±0.15	0.82±0.16
13	2.15±0.06	2.22±0.05	2.24±0.05	2.10±0.07	1.27±0.09
14	-----	-----	-----	-----	-----
15	-----	-----	-----	-----	-----
16	1.80±0.15	1.82±0.10	1.81±0.10	1.57±0.06	-----

#此編號與表 3-2 相同 \*未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物

表 3-32 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以

8C 速率瞬間放電之電功率(計入化學鍍鎳)

電極組成:正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ PVA(7.69wt.%)。

測試程序:電池活化後以 0.2C 充電到 140% SOC，在以 0.2C 逐漸放電到 0.95V，在 100%、80%、60、40%和 20% SOC 時，以 8C 放電 10 秒，計算在第 10 秒時之電功率。

No.#	Power/ W g <sup>-1</sup>				
	SOC/%				
	100%	80%	60%	40%	20%
-----*	2.11±0.04	1.78±0.13	1.83±0.01	1.57±0.08	-----
1	1.15±0.37	0.97±0.45	-----	-----	-----
2	1.66±0.11	1.57±0.06	1.53±0.01	1.10±0.28	-----
3	1.72±0.15	1.67±0.16	1.63±0.16	1.35±0.12	-----
4	0.92±0.34	1.07±0.20	0.79±0.24	-----	-----
5	1.80±0.14	1.79±0.10	1.78±0.10	1.59±0.12	0.59±0.12
6	1.47±0.13	1.41±0.15	1.36±0.16	1.17±0.19	0.35±0.30
7	1.40±0.23	1.42±0.17	1.47±0.15	1.29±0.16	0.35±0.23
8	1.05±0.35	1.21±0.19	1.25±0.19	1.01±0.13	-----
9	1.69±0.24	1.68±0.18	1.64±0.20	1.54±0.22	0.72±0.66
10	-----	-----	-----	-----	-----
11	0.75±0.02	0.70±0.01	-----	-----	-----
12	1.57±0.10	1.64±0.11	1.60±0.14	1.39±0.14	0.76±0.15
13	2.00±0.05	2.07±0.05	2.09±0.05	1.96±0.06	1.18±0.09
14	-----	-----	-----	-----	-----
15	-----	-----	-----	-----	-----
16	1.66±0.13	1.68±0.09	1.67±0.09	1.45±0.06	-----

#此編號與表 3-2 相同 \*未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物

表 3-33 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以

10C 速率瞬間放電之電功率(不計入化學鍍鎳)

電極組成:正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ PVA(7.69wt.%)。

測試程序:電池活化後以 0.2C 充電到 140% SOC，在以 0.2C 逐漸放電到 0.95V，在 100%、80%、60、40%和 20% SCC 時，以 10C 放電 10 秒，計算在第 10 秒時之電功率。

No.#	Power/ W g <sup>-1</sup>				
	SOC/%				
	100%	80%	60%	40%	20%
-----*	1.48±0.13	1.32±0.15	1.30±0.13	0.91±0.25	-----
1	-----	-----	-----	-----	-----
2	2.05±0.13	1.94±0.15	1.87±0.13	1.43±0.09	-----
3	1.97±0.18	1.86±0.20	1.83±0.16	1.06±0.08	-----
4	0.54±0.49	0.69±0.14	-----	-----	-----
5	2.10±0.10	2.06±0.16	2.00±0.20	1.74±0.01	-----
6	1.73±0.18	1.62±0.36	1.39±0.54	1.04±0.53	-----
7	1.35±0.28	1.49±0.19	1.62±0.15	1.20±0.19	-----
8	0.68±0.28	0.90±0.08	0.97±0.06	0.15±0.03	-----
9	1.96±0.11	2.00±0.04	2.08±0.13	1.41±0.12	-----
10	-----	-----	-----	-----	-----
11	0.28±0.24	-----	-----	-----	-----
12	0.94±0.15	1.34±0.14	1.11±0.21	-----	-----
13	2.24±0.04	2.45±0.03	2.50±0.03	2.15±0.04	-----
14	-----	-----	-----	-----	-----
15	-----	-----	-----	-----	-----
16	1.67±0.03	1.82±0.08	1.85±0.08	1.33±0.01	-----

#此編號與表 4-2 相同 \*未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物

表 3-34 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以

10C 速率瞬間放電之電功率(計入化學鍍鎳)

電極組成:正極:跟耐能電池購得之商業化正極。

負極:0.7g 金屬氫化物+0.07ml 水+0.07ml 甲醇+56 $\mu$ PVA(7.69wt.%)。

測試程序:電池活化後以 0.2C 充電到 140% SOC，在以 0.2C 逐漸放電到 0.95V，在 100%、80%、60、40%和 20% SOC 時，以 10C 放電 10 秒，計算在第 10 秒時之電功率。

No.#	Power/ W g <sup>-1</sup>				
	SOC/%				
	100%	80%	60%	40%	20%
-----*	1.48±0.13	1.32±0.15	1.30±0.13	0.91±0.25	-----
1	-----	-----	-----	-----	-----
2	1.91±0.12	1.80±0.12	1.73±0.12	1.33±0.12	-----
3	1.81±0.17	1.72±0.18	1.69±0.15	0.98±0.07	-----
4	0.51±0.47	0.66±0.13	-----	-----	-----
5	1.87±0.12	1.86±0.16	1.82±0.17	1.58±0.02	-----
6	1.54±0.17	1.44±0.32	1.24±0.49	0.92±0.47	-----
7	1.22±0.25	1.35±0.17	1.46±0.14	1.09±0.18	-----
8	0.64±0.26	0.84±0.08	0.91±0.05	0.14±0.03	-----
9	1.75±0.11	1.78±0.05	1.85±0.11	1.26±0.10	-----
10	-----	-----	-----	-----	-----
11	0.28±0.23	-----	-----	-----	-----
12	0.87±0.14	1.23±0.13	1.03±0.19	-----	-----
13	2.09±0.04	2.28±0.03	2.33±0.03	2.01±0.04	-----
14	-----	-----	-----	-----	-----
15	-----	-----	-----	-----	-----
16	1.54±0.03	1.68±0.07	1.70±0.07	1.22±0.01	-----

#此編號與表 3-2 相同 \*未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物



由上述討論中，得知經由化學鍍修飾後，確實可以改善金屬氫化物的快速放電性能，這是因為(1)經由化學鍍處修飾後，金屬氫化物表面的鍍層可視為微電流收集器，降低電荷轉移阻礙現象[39]；(2)在 pH 7.0 的組別中，由其 SEM 圖(圖 3-21(a)-(h))都可觀察到奈米級的鎳球，此鎳球的存在具有催化反應的作用，可促進電荷轉移[39]，且鍍層具有抗氧化的功能[39]，因此氫原子可以較輕易在金屬氫化物表層進行擴散；(3)化學鍍鎳可降低活性物間的接觸阻抗與電極內阻的功能。且從 3-2-2-1 節中表 3-26 也得知，在 pH 7.0 的組別，其電荷轉移阻抗和擴散阻抗經化學鍍鎳修飾後皆有提升。在 pH3.0 的組別中發現在高速放電的性上的表現都很差，這是因為在較低的 pH 值時，所鍍上的鎳層含磷量會較高[61,66]，這會造成金屬氫化物電阻上升。