

Al-Cu-Cd 三元系平衡状態図に就いて

— Al 隅の平衡状態図

山 田 正 夫
橋 浦 弘 志

A Study on the Diagram of Al-rich Al-Cu-Cd Alloy

Masao YAMADA
Hiroshi HASHIURA

The diagram of Al-rich side of Al-Cu-Cd alloys is studied by means of thermal analysis. In this ternary system θ phase based on the intermetallic compound CuAl_2 of the binary alloys constructs a quasi-binary diagram with pure Cd. This quasi-binary diagram shows one monotectic reaction (583°C) and one eutectic reaction (320°C).

All over this ternary system Al-CuAl₂-Cd any other intermetallic compounds may be not in existence and so the diagram shows a simple ternary monotecto-eutectic reaction (543°C) and ternary eutectic reaction (320°C).

I 著 言

著者の一人及び二三の研究によつて Al-Cu 合金の時効性に及ぼす微量 Sn, In, Cd 添加の影響が極めて特異性を示すことが知られている。⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾しかしてこの機構解明にはこれ等の元素を含む Al-Cu 三元系の状態図, 特にその Al 隅の状態図を知ることは極めて必要なことである。

Al-Cu-Sn 系については著者の一人を始め相当研究がなされ, ほぼ決定されたと云つても過言では無い。⁽⁴⁾⁽⁵⁾しかるに Al-Cu-Cd 系及び Al-Cu-In 系の状態図については殆んど報告されたものが無い。かかる理由により著者等は Al-Cu-Cd 系状態図を決定する意味に於て本研究を行つた。先づ Al 隅を知る為に本三元系を Al-CuAl₂-Cd 三元系として取扱つて見た。

II Al-CuAl₂ 擬二元系状態図

Al-Cu 二元系状態図は非常に多くの研究結果が報告せられ殆んど完成している。Al-CuAl₂ 二元系を図-1 に示したがこれは D. Stockdale, I. Obinata, G. Wassermann, C. Hisatune, W. Hume-Rothery 等の研究結果を岩瀬及び岡本両博士が集録したものより採つた。⁽⁶⁾

図-1

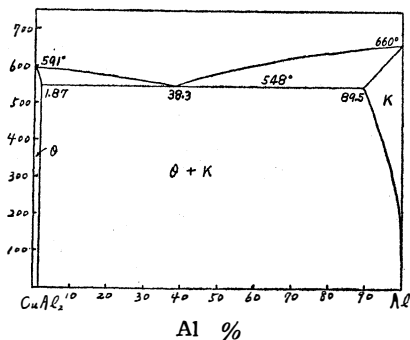
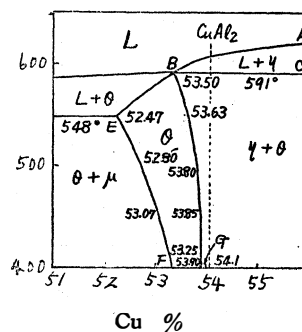


図-2

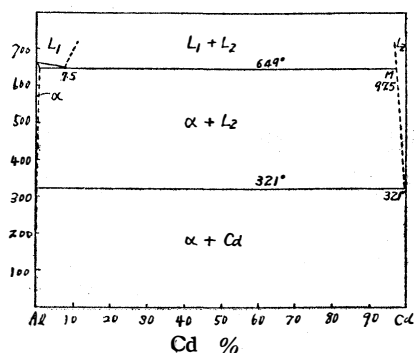


CuAl_2 固溶体 θ 相の溶解度については D. Stockdale の精密な研究があり図-2に示す通りである。 CuAl_2 の正確な組成は $\text{Cu } 54.1\%$ であり、これは図に示す如く θ 相の限界の僅か外側に相当する。しかしながら今後は慣習に従い θ 相と CuAl_2 は等しいと見做す。

Ⅲ Al-Cd 二元系状態図

B. Blumenthal, M. Hansen の状態図によれば本二元系は図-3に示す様に偏晶反応を含む簡単な

図-3



状態図となり固体 Al 中への Cd の溶解度は極めて僅かで偏晶温度 649°C に於て約 1% 以下であり、共晶温度 321°C に於ては約 0.2% 程度としている。図の M 点は本状態図に於ては不明であつたので表-1 の試料について熱分を析を行つたが、その熔点は同じく表-1 に示す通りとなつた。即ち M 点は図示の如く約 97.5% と推定される。

表-1

Cd %	溶融点 $^\circ\text{C}$
95	648
96.5	649
98	322

Ⅳ CuAl_2 -Cd 擬二元系状態図

本系平衡状態図は未だ研究されて居らないので実験によつてこれを決定した。

先づ電解銅と 99.99% Al 地金を使用し、タリプル炉にて黒鉛坩堝中で熔解し、 CuAl_2 合金を作製した。

酸化防止の爲木炭粉末にて表面を被覆した。試料は全部で約 1 kg を熔製したが極めて良く合金し分析結果は $\text{Cu } 53.5\%$ であつた。この CuAl_2 と Cd 地金を種々の割りに配合して熱分析試料とした。

配合割合は表-2に示す通りであるが、使用した Cd 地金は 99.95% の純度のものを用いた。実験方法としては普通の熱分析法を用い、試料の全量は約 $30\sim 60\text{ gr}$ とした。

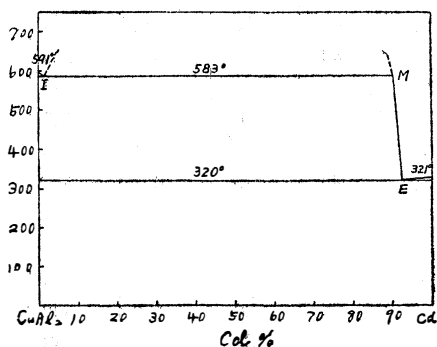
実験結果を表-2に示し、これより本擬二元系平衡状態図を示すと図-4の如くなる。

表-2 組成および熱分析結果

組 成 %		熱 変 化 点 $^\circ\text{C}$		
Cd	CuAl_2	第1変化点	第2変化点	第3変化点
1	99	587	584	
2	98	587	583	
3	97	587		
5	95		583	
7	93		585	
10	90		583	
15	85		582	
20	80		583	320
25	75		585	320
30	70		583	321
35	65		583	318
40	60		583	318

図-4 によると、これは Al-Cd 系状態図と同様に偏晶反応を含む簡単な状態図となり θ 相への Cd の溶解度は殆んど無い。又図の

図-4



50	50		582	319
70	30		585	320
80	20		583	320
83	17		585	320
87	13		582	320
90	10		583	320
93	7			320
95	5			321
97	3			321

偏晶点 I 点及び M 点はそれぞれ 583°C に於て約 2% Cd 及び 91% Cd となる。共晶点 E 点は 230°C に於て 92% Cd と推定され得る。尚共晶温度は Al-Cd 系状態図の共晶温度より 1°C 低いのみである。

V Al-CuAl₂-Cd 三元系状態図

本実験試料及び実験方法は総べて前節で述べた Cu Al₂ Cd 擬二元系平衡状態図の場合と全く同様である。分析試料の組成配合割り合及び熱分析結果を表-3 に示す。

表-3 組成及び熱分析結果

組 成 %			熱 変 化 点 °C			組 成 %			熱 変 化 点 °C		
Al	Cu Al ₂	Cd	第 1 変化点	第 2 変化点	第 3 変化点	Al	Cu Al ₂	Cd	第 1 変化点	第 2 変化点	第 3 変化点
2	95	3	585	545		15	50	35	565	543	320
12	85	3	580	545		35	30	35	573	543	318
47	50	3	567	545		10	50	40	572	544	318
92	5	3	654	542		30	30	40	567	542	321
5	90	5	583	543		50	10	40	525	543	320
15	80	5	574	545		15	40	45	557	543	320
75	20	5	620	543		45	10	45	620	543	321
90	5	5	652	540		5	45	50	580	544	321
43	50	7	583	543		20	30	50	547	544	320
5	85	10	583	543	317	40	10	50	622	544	320
20	70	10	565	543	318	5	40	55	577	543	320
40	50	10	555	543	318	5	35	60	577	543	320
70	20	10	618	543	318	20	20	60	567	543	320
80	10	10	633	542	318	30	10	60	611	543	320
85	5	10	647	540	319	35	52	60	632	543	320
5	80	15	583	542	319	10	5	65	556	543	320
10	75	15	577	543	318	10	20	70	548	543	320
15	70	15	573	543	317	25	5	70	625	543	320
20	65	15	568	543	317	5	20	75	568	543	320
25	60	15	552	540	313	5	15	80	562	543	320
45	40	15	595	543	317	10	10	80	563	542	320
55	30	15	595	543	317	16	4	80	617	542	320
5	75	20	583	543	318	3	12	85	570	543	320
15	65	20	570	543	317	7	8	85	556	542	320
40	40	20	567	543	318	12	3	85	617	542	320
60	20	20	616	543	320	5	5	90	556	543	320
65	15	20	627	543	320	2	3	95		542	320
55	20	25	612	543	320	2	2	96		542	322
5	65	30	580	542	320	2	1	97		542	321
10	60	30	580	543	318	1	1	98			323

図-7
Cd 20%

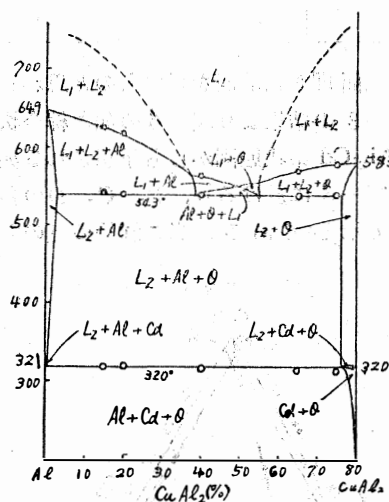
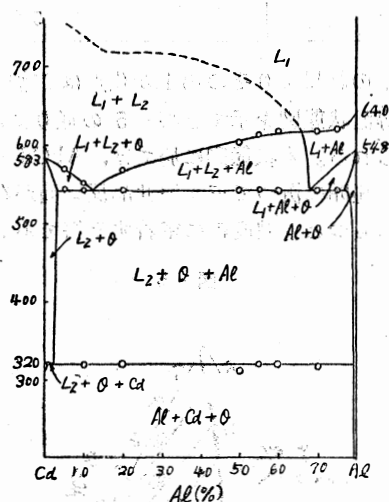


図-8
CuAl₂ 20%



VI 結 論

Al-Cu-Cd 系三元平衡状態図の Al rich 側の様相を知る為、本系を Al-Cu-Al₂-Cd 三元系として取扱、普通熱分析法によつて図-6 に示す様な状態図を得た。この三元系を構成する三つの二元系状態図の内、Al-Cd 系及び CuAl₂-Cd 系の状態図に於ては液相に於ける二液相分離が認められ、その為三元系に於ても極めて広範囲に汎り二液相分離をなす。本三元系の不変系反応は 543°C に於ける三元偏共晶反応と 320°C に於ける三元共晶反応の二反応である。

文 献

- (1) 山田他：日本金属学会誌，17 (1953) 53, 18 (1954) 350
- (2) 小野，幸田：古河電工 (金属)，7 (1940) 42
- (3) H. K. Hardy：J. Inst. Metals. 78 (1950) 169
- (4) 山田他：日本金属学会誌，17 (1953) 394
- (5) 佐藤，矢島：日本金属学会誌，8 (1944) 14
- (6) 岩瀬，岡本：二元系平衡状態図