

## Cu-Zn-Mn-Al-Fe 系鑄造用銅合金の組織と機械的性質

The Structures and Mechanical Properties of Cu-Zn-Mn-Al-Fe System  
Copper-Base-Alloy Castings根本 正\* 鎌田 充也\*\* 田野崎 和夫\*\*  
Tadashi Nemoto Atsuya Kamata Kazuo Tanosaki

## 内 容 梗 概

鑄造用 Mn 黄銅の組織と機械的性質の関係を調べるため、Cu-Zn-Mn (Al, Fe 一定) 系, Cu-Zn-Al (Mn, Fe 一定) 系および Cu-Zn-Fe (Mn, Al 一定) 系の合金を溶製し、組織の観察ならびに機械的性質の測定を行ない、組織図, 等硬度線図, 等抗張力線図および等衝撃値線図を求め、組織と機械的性質とを関連させて考察した。Mn 黄銅の組織に及ぼす Mn, Al の効果は Guillet の亜鉛当量から計算した値よりも大きく、Fe のそれは小さい。機械的性質の変化は合金の組織変化に対応し、組織図の相境界線と等強度曲線は大体平行である。

## 1. 緒 言

周知のとおり黄銅には  $\alpha$  と  $\beta$  の 2 種の固溶体があり、この固溶体は第 3 元素の添加によって強化される。Mn 黄銅は固溶体強化の目的をもって黄銅に Mn, Al, Fe などを数%以下添加した合金で、その強度は他の銅合金よりもすぐれている。しかしながら、これらの添加元素は  $\alpha$ ,  $\beta$  の安定な範囲を狭くすると、同時に多量に添加することはかえって強度を劣化することがある。したがって Mn 黄銅を溶製する場合にはこれらの添加元素の組織効果を考慮して成分を決定せねばならない。現在まで Mn 黄銅の組織と機械的性質との関係を系統的に研究したデータは少ない<sup>(1)</sup>。著者らはこのような観点から Mn 黄銅の組織と機械的性質の関係を研究したのでここに報告する。

## 2. 試料および実験方法

原料の Cu, Zn, Mn, Al および Fe にはすべて市販の純金属を用いた。この中で Mn, Fe はあらかじめ Cu-Mn (10%), Cu-Fe (10%) の母合金に溶製したものをを用いた。コークスタキルツボ炉で気中溶解を行ない、脱酸剤や溶剤は使用しなかった。溶解の手順は Cu, Cu-Mn および Cu-Fe を配合成分に従ってルツボに装入し加熱溶解する。溶け落ちたのち、Zn, Al の順序で投入かくはんし、他方アルメルクロメル熱電対で溶湯の温度を測定しながら 1,050°C から金型に鑄造した。第 1 図は鑄型の形状を示し、第 1 表は試料の配合成分を示す。

インゴットの押湯を切断したのち、第 2 図に見られる引張試験片 2 本、衝撃試験片 4 本および分析試料をとり、それぞれの試験に供した。また衝撃試験を終わった試料を用いてかたさの測定と顕微鏡組織の観察を行なった (上記の測定で得られた機械的性質は、引張強さ (kg/mm<sup>2</sup>), 耐力 (kg/mm<sup>2</sup>, 0.2% オフセット), 伸び (%), 絞り (%), 衝撃値 (kg<sup>-m</sup>/cm<sup>2</sup>) およびかたさ (R<sub>B</sub>) である)。

## 3. 実験結果および考察

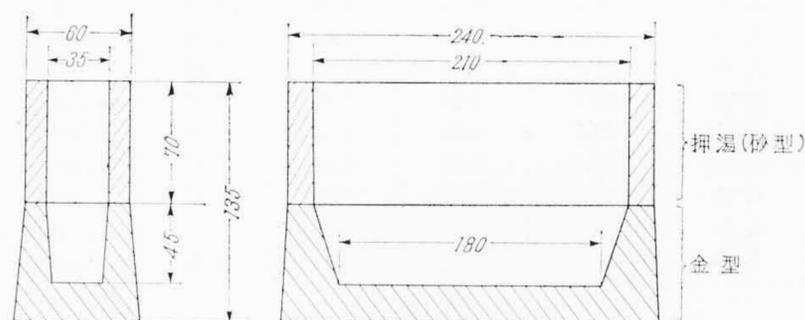
## 3.1 組 織 図

第 2 表に試料の化学成分を示す。

第 3 図は本系合金の全試料について顕微鏡組織を観察して得た組織図である。図 (a) は Al ≒ 0.5%, Fe ≒ 1.5% 一定, (b) は Mn ≒ 1%, Fe ≒ 1.5% 一定, (c) は Mn ≒ 1%, Al ≒ 0.5% 一定にした場合の組織図であり、実線 A—A および B—B はそれぞれ  $\alpha/\alpha+\beta$  および  $\alpha+\beta/\beta$  の相境界線である。この組織図によると Mn と Al はその含有量が多くなると組織中の  $\alpha$  または  $\beta$  が安定に存在する範

\* 日立製作所日立研究所 工博

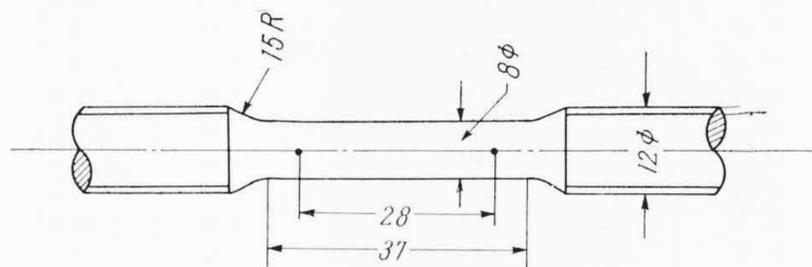
\*\* 日立製作所日立研究所



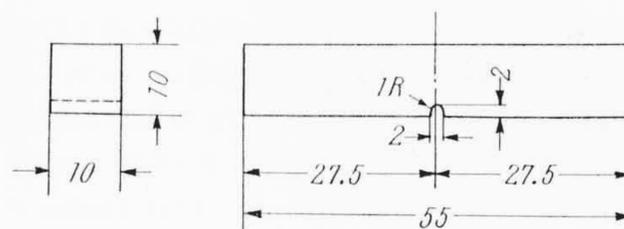
第 1 図 鑄型の形状と寸法

第 1 表 合金の配合成分

系 列	配 合 組 成 (%)				
	Zn	Mn	Al	Fe	Cu
Cu-Zn-Mn (Al, Fe 一定) 系	15~45	0~8	0.5	1.5	残
Cu-Zn-Al (Mn, Fe 一定) 系	15~45	1.0	0~7	1.5	残
Cu-Zn-Fe (Mn, Al 一定) 系	15~45	1.0	0.5	0~7	残



(a) 引張試験片



(b) 衝撃試験片

(Uノッチシャルピー)

第 2 図 材料試験片の寸法

囲は低 Zn 側に移行しているが、Fe は添加量を多くしてもその範囲に対する Zn 量には変化が見られない。本系合金の代表的な顕微鏡組織を第 4 図に示す。図において (a) は  $\alpha$  相, (b) は  $\alpha+\beta$  相, (c) は  $\beta$  相の写真である。第 5 図および第 6 図は本系合金の特殊な場合の組織であり、前者は Al を 4.5% 含有する場合の組織で、 $\beta$  相の中に特殊な化合物の析出が見られる。この組織を有する合金は後述するように靱 (じん) 性が極度に低下し、伸び、絞り、衝撃値はほとん

第2表(a) Cu-Zn-Mn (Al, Fe一定)系の組成

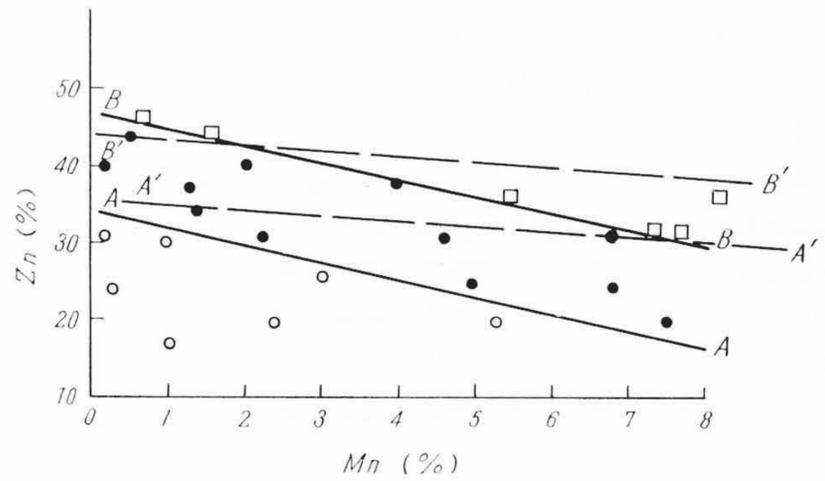
No.	化 学 成 分 (%)				組 織
	Zn	Mn	Al	Fe	
A-1	16.7	1.10	0.56	1.77	α
A-2	19.6	2.35	0.77	1.60	α
A-3	19.7	5.30	0.53	1.56	α
A-4	19.5	7.50	0.76	1.52	α+β
A-5	23.3	0.25	0.42	1.47	α
A-6	25.1	3.07	0.51	1.48	α
A-7	24.6	6.83	0.60	1.56	α+β
A-8	25.0	4.92	0.72	1.55	α+β
A-9	30.9	0.12	0.40	1.40	α
A-10	31.0	1.03	0.64	1.20	α
A-11	30.7	2.22	0.43	1.19	α+β
A-12	30.6	4.60	0.62	1.65	α+β
A-13	31.7	6.75	0.61	1.55	α+β
A-14	32.0	7.37	0.58	1.37	β
A-15	31.5	7.70	0.63	1.72	β
A-16	34.8	1.53	0.48	1.65	α+β
A-17	34.5	5.38	0.50	1.56	β
A-18	37.2	1.22	0.82	1.22	α+β
A-19	37.7	4.04	0.45	1.60	α+β
A-20	36.7	8.23	0.42	1.77	β
A-21	39.7	0.04	0.52	1.60	α+β
A-22	39.8	2.07	0.49	1.67	α+β
A-23	44.3	0.51	0.47	1.67	α+β
A-24	45.7	0.71	0.73	1.52	β
A-25	45.6	1.42	0.44	1.56	β

第2表(b) Cu-Zn-Al (Mn, Fe一定)系の組成

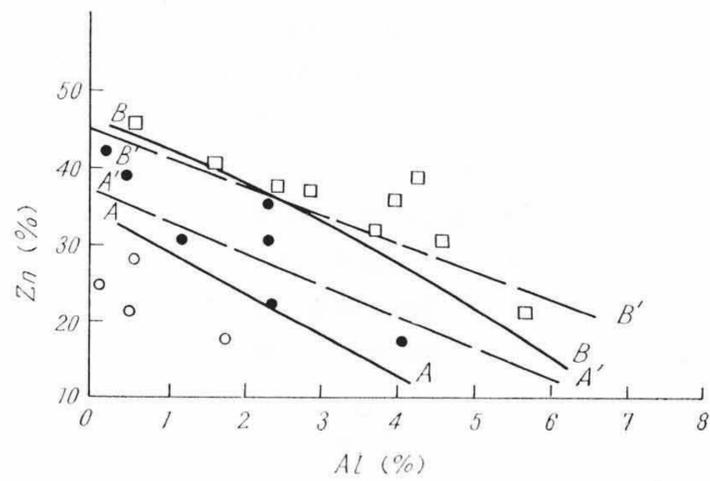
No.	化 学 成 分 (%)				組 織
	Zn	Al	Mn	Fe	
B-1	22.7	0.43	1.16	1.52	α
B-2	17.7	1.68	1.42	1.68	α
B-3	18.4	4.15	1.13	1.65	α+β
B-4	24.8	tr	1.12	1.68	α
B-5	22.5	1.47	1.12	1.43	α+β
B-6	21.2	5.72	1.10	1.75	β
B-7	28.6	0.54	1.15	1.44	α
B-8	30.5	1.20	0.98	1.33	α+β
B-9	31.2	2.34	1.17	1.75	α+β
B-10	31.5	3.72	1.03	1.49	β
B-11	30.9	4.65	1.21	1.92	β
B-12	35.5	2.28	1.17	1.00	α+β
B-13	37.4	2.28	1.22	1.22	β
B-14	36.4	4.08	1.07	1.34	β
B-15	37.3	2.76	1.19	1.12	β
B-16	39.8	0.42	1.17	1.33	α+β
B-17	38.1	4.15	1.13	1.65	β
B-18	40.8	0.16	1.12	1.62	α+β
B-19	41.0	1.58	1.09	1.72	β
B-20	45.6	0.44	1.42	1.56	β

第2表(c) Cu-Zn-Fe (Mn, Al一定)系の組成

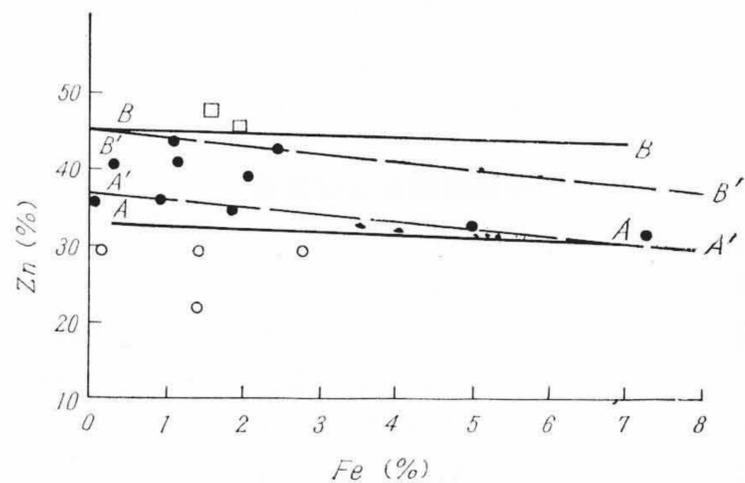
No.	化 学 成 分 (%)				組 織
	Zn	Fe	Mn	Al	
C-1	22.7	1.52	1.16	0.43	α
C-2	29.5	0.03	1.21	0.72	α
C-3	28.6	1.44	1.15	0.54	α
C-4	28.6	2.73	1.14	0.48	α
C-5	31.3	4.80	1.18	0.52	α+β
C-6	30.5	7.45	1.00	0.31	α+β
C-7	35.9	tr	0.94	0.41	α+β
C-8	35.5	1.00	1.17	0.38	α+β
C-9	35.2	1.56	1.38	0.55	α+β
C-10	39.8	0.33	1.17	0.32	α+β
C-11	40.8	1.12	1.26	0.61	α+β
C-12	38.3	2.13	0.98	0.31	α+β
C-13	42.5	1.26	1.15	0.72	α+β
C-14	42.5	2.50	1.30	0.26	α+β
C-15	41.0	5.95	1.06	0.53	α+β
C-16	43.4	1.99	1.55	0.15	β
C-17	45.6	1.56	1.42	0.44	β



(a) Al ≐ 0.5%, Fe ≐ 1.5%一定



(b) Mn ≐ 1%, Fe ≐ 1.5%一定



(c) Mn ≐ 1%, Al ≐ 0.5%一定

○ α  
● α+β  
□ β  
A—A α/α+β } 実測  
B—B α+β/β }  
A'—A' α/α+β } 計算  
B'—B' α+β/β }

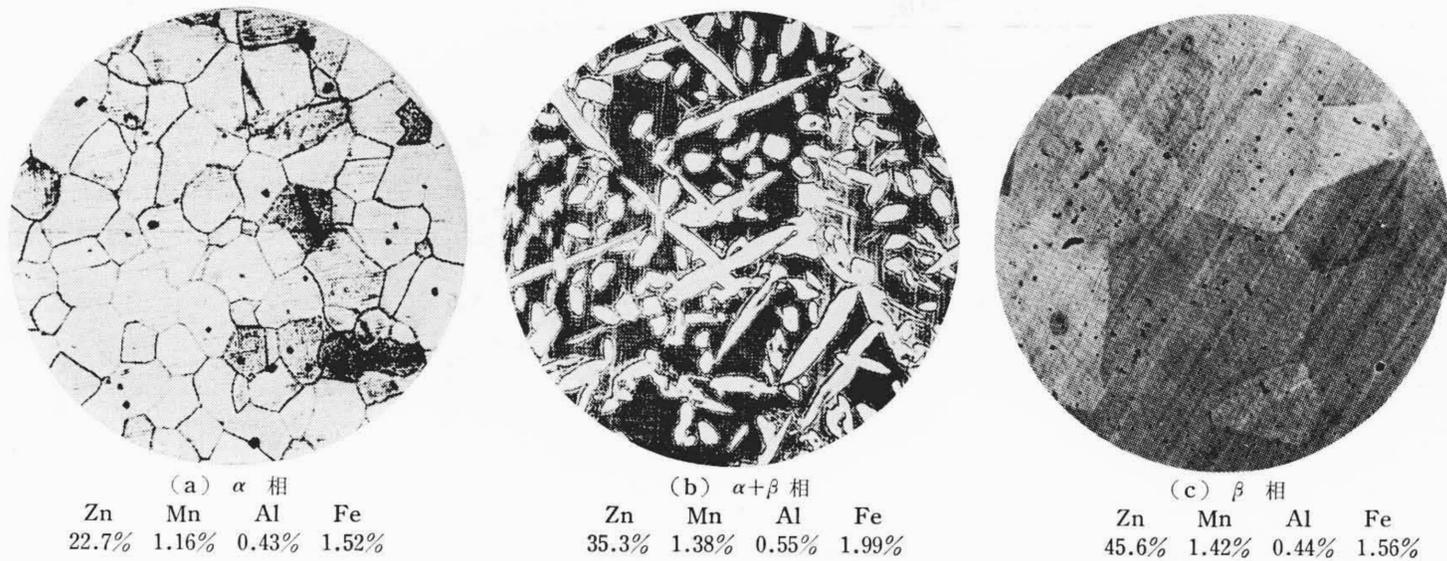
第3図 Mn黄銅の組織図

ど零となる。第6図はFeの含有量を多くした場合の組織でFeの初晶が非常に多く、Feの溶解度は小さいことを意味しており、このためFeの組織効果は見られない。このようなFeの晶出は合金の靱(じん)性を低下させるが、その程度は実用上あまり問題にはならない。第3図の鎖線A'—A'およびB'—B'はGuilletの亜鉛当量より計算した相境界線である。計算は下記のように行なった。

いま、Cu-Zn-Mn-Al-Fe系合金において、[Cu], [Zn], [Mn], [Al], [Fe]を本系合金のそれぞれの含有量の重量百分率とし、これらはすべてα, βの中に固溶しており、不純物はいっさい含まれないと仮定すると、この系の亜鉛当量(Zn)は(1)式のようになる。

$$(Zn) = \frac{[Zn] + 0.5[Mn] + 6[Al] + 0.9[Fe]}{[Cu] + [Zn] + 0.5[Mn] + 6[Al] + 0.9[Fe]} \times 100 \quad (1)$$

ここに 0.5: Cu-Zn-Mn系のMnの亜鉛当量  
6: Cu-Zn-Al系のAlの亜鉛当量  
0.9: Cu-Zn-Fe系のFeの亜鉛当量



第4図 Mn黄銅の顕微鏡組織(1) (×100)

ここで第3図(a)の場合を例にとると, [Al]≐0.5, Fe≐1.5で一定であるから, (1)式は次のように書き表わされる。

$$[Zn] = \frac{[Zn] + 0.5[Mn] + 4.35}{[Cu] + [Zn] + 0.5[Mn] + 4.35} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

また, 不純物は零であるから

$$[Cu] + [Zn] + [Mn] + [Al] + [Fe] = 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\therefore [Cu] + [Zn] + [Mn] = 100 - 0.5 - 1.5 = 98 \dots\dots\dots (3')$$

(2), (3')両式より

$$[Zn] = \frac{-[Mn] \{0.5(Zn) + 50\}}{100} + 1.0235(Zn) - 4.35 \quad \dots\dots\dots (4)$$

が得られる。いま Cu-Zn 系状態図<sup>(2)</sup>の α/α+β における Zn 量を 39%とすると, この値は本系合金の α/α+β の亜鉛当量(Zn)に等しいから, (Zn)=39 となり, (4)式は(5)式に書き換えられる。

$$[Zn] = -0.695[Mn] + 35.5665 \quad \dots\dots\dots (5)$$

(5)式は第3図(a)の A'—A'を表わす式である。また(Zn)=47とすると(4)式は次式のようになり, これは第3図(a)における B'—B'を表わす方程式で α+β/β の相境界線である。

$$[Zn] = -0.735[Mn] + 43.7545 \quad \dots\dots\dots (6)$$

同様に第3図(b)に対しては

$$[Zn] = -4.05[Al] + 36.8965 \dots (\alpha/\alpha+\beta) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$[Zn] = -3.65[Al] + 44.8445 \dots (\alpha+\beta/\beta) \quad \dots\dots\dots (8)$$

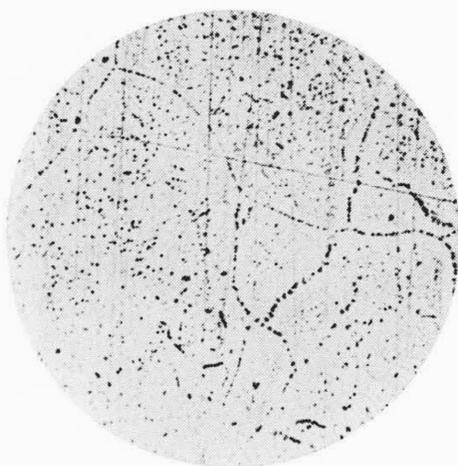
が得られ, 第3図(c)に対しては

$$[Zn] = -0.939[Fe] + 36.475 \dots (\alpha/\alpha+\beta) \quad \dots\dots\dots (9)$$

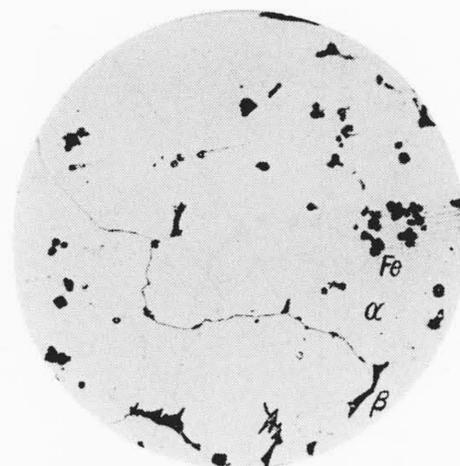
$$[Zn] = -0.947[Fe] + 44.675 \dots (\alpha+\beta/\beta) \quad \dots\dots\dots (10)$$

が与えられる。

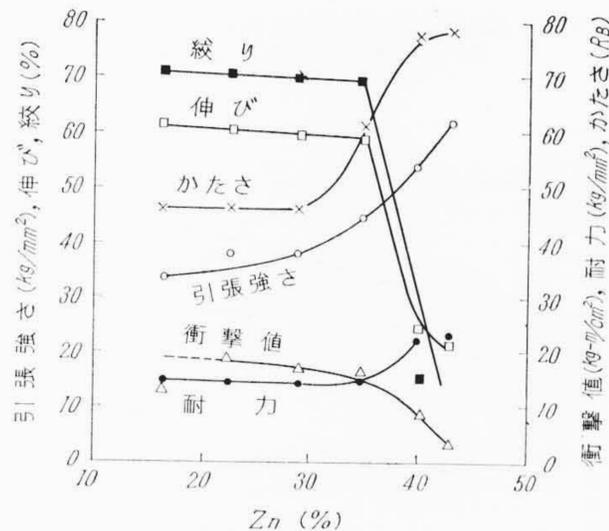
このようにして得られた値は実際に顕微鏡組織より求めたものとは若干異なっており, Mn と Al の組織効果は実測値のほうが計算値よりもやや大きくなっていて, Fe の組織変化に及ぼす効果は計算値よりも小さくなっている。その結果として黄銅の組織変化に及ぼす Mn と Fe の効果を比較すると Mn のほうが Fe よりも大きい効果をもつが, これは計算の結果からは逆転している。このような実測値と計算値の間に相当の差を生じたのは, 計算の際にとった仮定や数値が実際の場合とは若干異なっているためであろう。たとえば, (イ)実験試料は鑄造材であるので平衡状態からはずれており, したがって計算に用いた相境界における亜鉛当量(Zn)の39および47は実際にはもっと異なっている。(ロ)亜鉛当量(Zn)に及ぼす



第5図 顕微鏡組織(2) (×400)



第6図 顕微鏡組織(3) (×400)

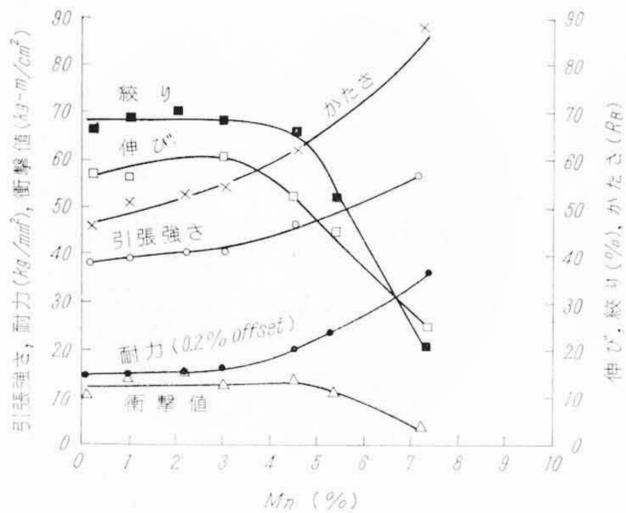


第7図 Mn黄銅の機械的性質に及ぼすZnの影響 (Mn 1%, Al 0.5%, Fe 1.5%一定)

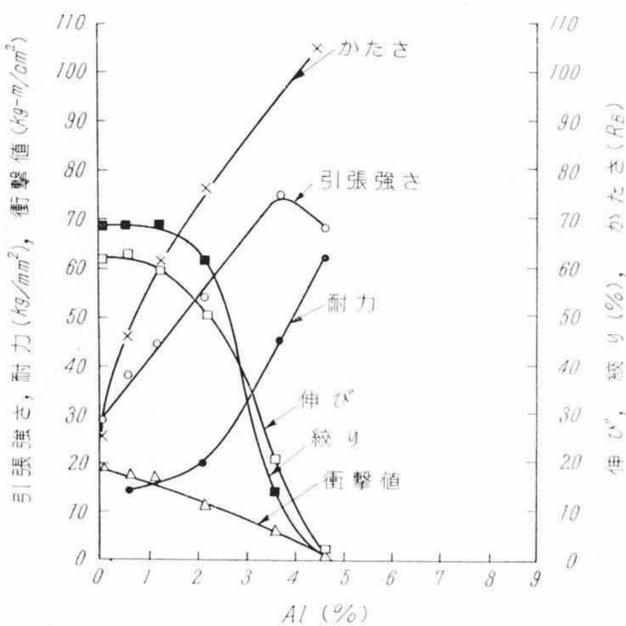
Mn, Al, Fe の相互作用が考えられるが, 計算ではこれを無視している。(ハ)不純物はないものとして計算しているが, 実際には Si, Sn, Pb などの不純物があると考えられる。(ニ)合金元素はすべて固溶体になるものと仮定して計算をしているが, Fe は初晶として晶出している。などがあげられるであろう。

3.2 Mn黄銅の機械的性質に及ぼすZn, Mn, AlおよびFeの影響

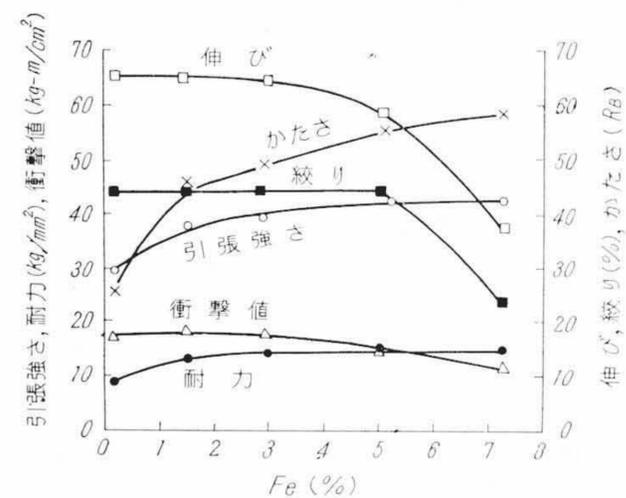
第7図は Mn 黄銅の機械的性質に及ぼす Zn の影響を Mn≐1%, Al≐0.5%, Fe≐1.5%の合金について図示したものである。図によると, この合金の引張強さとかたさは Zn 量30%付近まではその変化は小さく, 30%以上の Zn 量で急激に向上している。これに対して耐力(0.2% オフセット), 伸び, 絞りおよび衝撃値は Zn 35%くらいまではだいたい一定で Zn がそれ以上になると急激な変化を生じ, 耐力は高くなり, 伸び, 絞りおよび衝撃値は低下する。この機械的性質の変化が見られる合金の顕微鏡組織は α と β の2相が共存



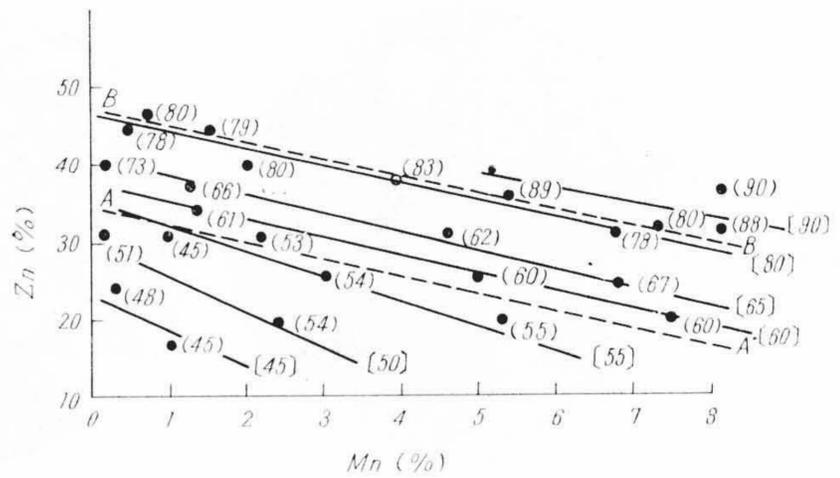
第 8 図 Mn 黄銅の機械的性質に及ぼす Mn の影響 (Zn 30%, Al 0.5%, Fe 1.5% 一定)



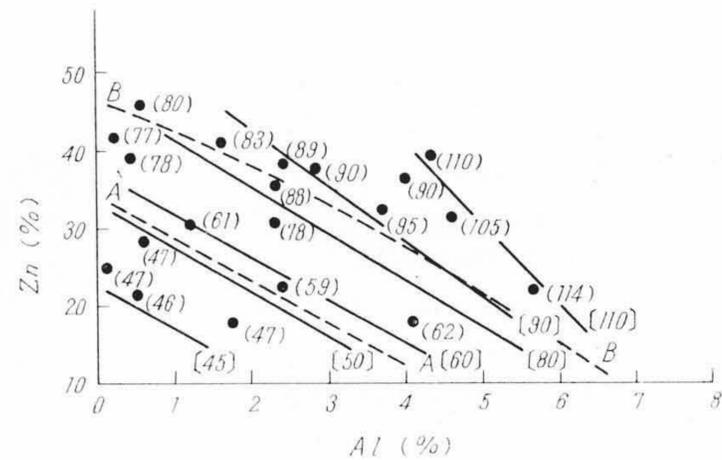
第 9 図 Mn 黄銅の機械的性質に及ぼす Al の影響 (Zn 30%, Mn 1%, Fe 1.5% 一定)



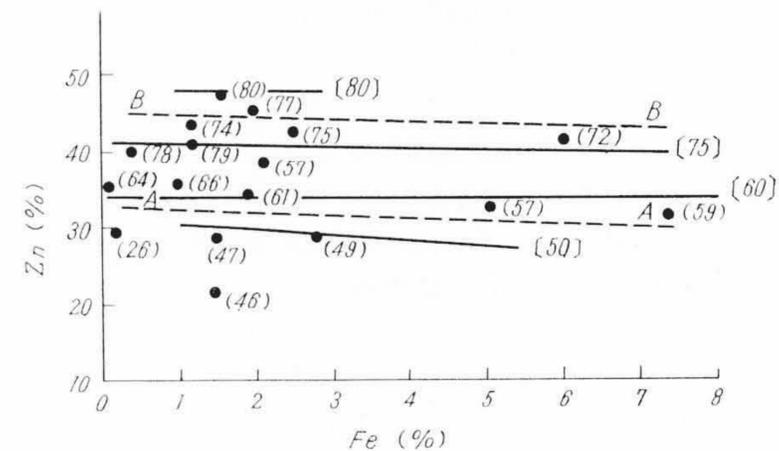
第 10 図 Mn 黄銅の機械的性質に及ぼす Fe の影響 (Zn 30%, Mn 1%, Al 0.5% 一定)



(a) Al ≐ 0.5%, Fe ≐ 1.5% 一定



(b) Mn ≐ 1%, Fe ≐ 1.5% 一定



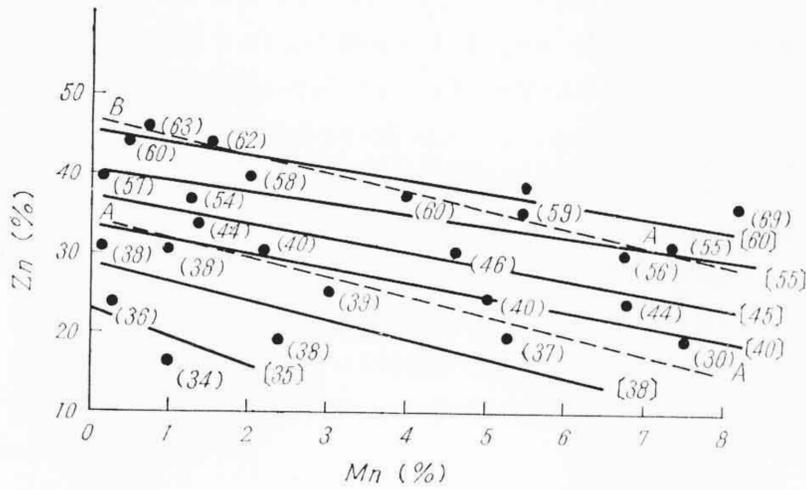
(c) Mn ≐ 1% Al ≐ 0.5% 一定

● ( ) 測定値 (RB) A — — — A α/α+β  
— [ ] 等硬度線 (RB) B — — — B α+β/β

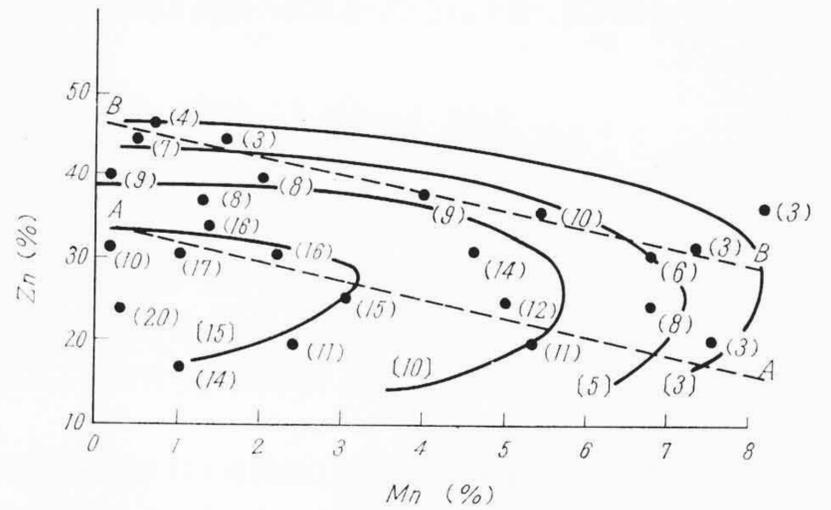
第 11 図 等 硬 度 線 図

しており、Zn 35% くらいの合金では α と β の量を比較すると α 相の占める面積ははるかに多く、β 相は α の粒界に少量見られているだけであるが、Zn 40% くらいの合金では α と β の量比は逆転し、マトリックスは β となり α は β の粒内および粒界に存在している組織であった。この組織中の α と β の量的割合が、機械的性質の変化が始まる Zn 量に差を生じた原因であろう。同様のことが Mn の影響についても見られる。第 8 図は機械的性質に変化が開始する直前の Zn 量 30% の合金で Mn 量を変えた場合の機械的性質の変化を図示したものである。この場合、合金の組織は 2~7% Mn のものが α+β 相で、Mn が多くなると β の量が増し、それに伴い機械的性質が変化している。また機械的性質の変化が大きくなり始める Mn 量に若干の差があるのは第 7 図の Zn の場合と同様の理由によるもの

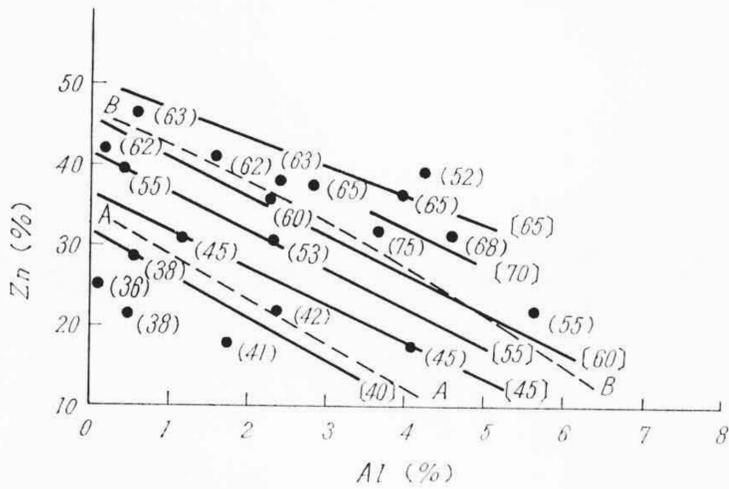
であろう。第 9 図は Zn 30%, Mn 1%, Fe 1.5% の合金の Al 量の変化による機械的性質の変化を図示したものである。Al の場合は 1% くらいの含有量で組織は α+β となり、3.5% ではほとんど β となる。したがって引張強さ、耐力、かたさは急激な変化が見られる。そして Al 5% くらいで引張強さは逆に低下している。これは第 5 図に示したように化合物の析出によるもので靱(じん)性は極度に低下し、絞り、衝撃値はほとんど零である。この場合も伸び、絞りなどに対しては Al の量が少ない範囲では影響が小さいということは Zn, Mn の場合と同様である。第 10 図は Fe の含有量と機械的性質の関係を示したもので、Zn 30%, Mn 1%, Al 0.5% 一定である。Fe は 2% くらいまでは引張強さ、耐力、かたさの変化が大きくそれ以上では変化が小さい。また、伸び、絞りおよび衝撃値は 5% くらいまではほとんど一定で 5% あたりからその値を減じている。Fe は Cu に対する溶解度が小さく、含有量の少ない場合にのみ固溶体強化に有効



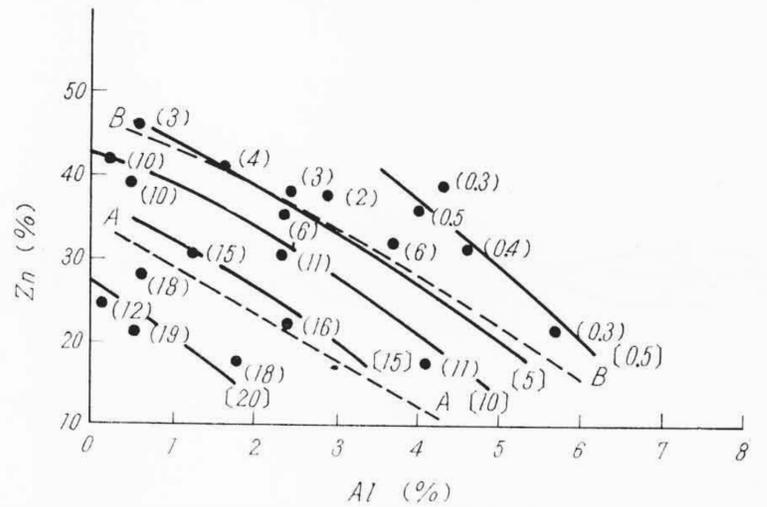
(a) Al ≒ 0.5%, Fe ≒ 1.5% 一定



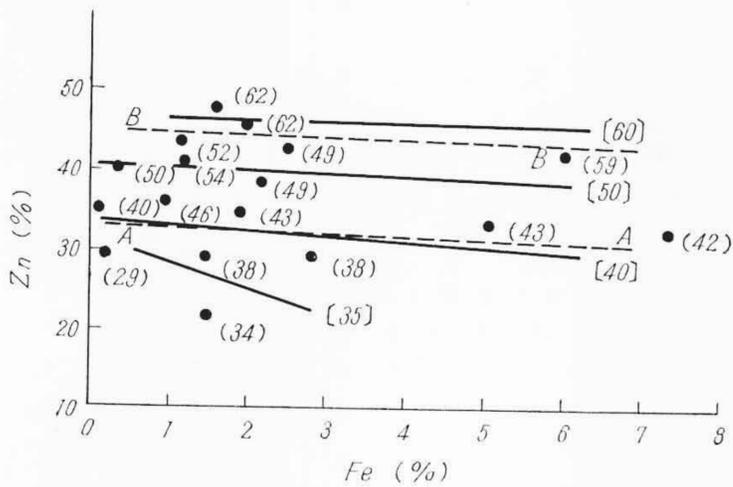
(a) Al ≒ 0.5%, Fe ≒ 1.5% 一定



(b) Mn ≒ 1%, Fe ≒ 1.5% 一定



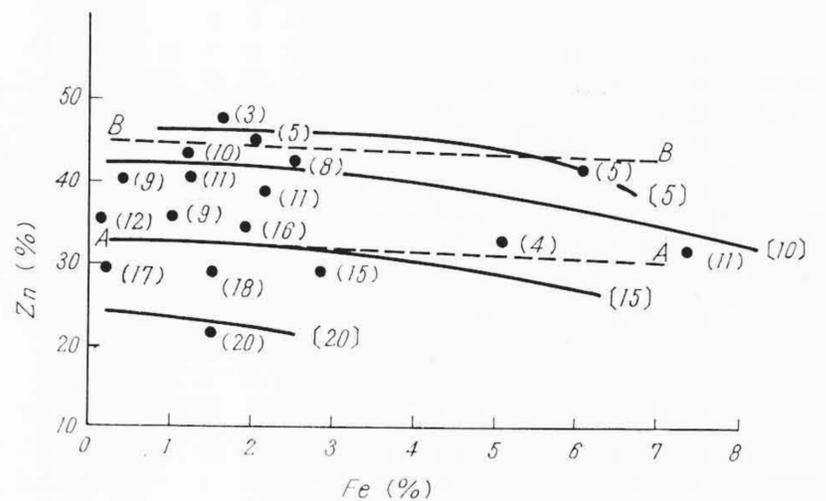
(b) Mn ≒ 1%, Fe ≒ 1.5% 一定



(c) Mn ≒ 1%, Al ≒ 0.5% 一定

● ( ) 測定値 (kg/mm<sup>2</sup>)      A—A α/α+β  
 — [ ] 等抗張力線 (kg/mm<sup>2</sup>)      B—B α+β/β

第12図 等抗張力線図



(c) Mn ≒ 1%, Al ≒ 0.5% 一定

● ( ) 測定値 (kg-m/cm<sup>2</sup>)      A—A α/α+β  
 — [ ] 等衝撃値線 (kg-m/cm<sup>2</sup>)      B—B α+β/β

第13図 等衝撃値線図

であり、多量に添加すると初晶として晶出するために、このような結果が生じたもので、5% Feの組織は第6図に示すとおりである。

3.3 組織と機械的性質の関係

第11図は組織図を作成した全試料のかたさ (R<sub>B</sub>) を測定して、同じかたさを示す点を結んだ等硬度線図で、(a)はAlおよびFeを一定にした場合、(b)はMnとFeを一定にした場合、(c)はMnとAlを一定にした場合のものである。第12図は引張試験結果から求めた等抗張力線図である。第11図および第12図における線の傾きは非常によく類似しており、かたさおよび引張強さの変化が組織の変化に対応していることは図の相境界線AAおよびBBのこう配と等硬度線または等抗張力線のこう配がほとんど同じであることから知られる。第13図は等衝撃値線図である。衝撃値の変化は必ず

しも組織効果とは対応していない。図において(a)はAl, Feを一定にした場合で、Cu, Zn, Mnの割合を変化させた場合の図であり、これによればMnの量が多くなると衝撃値は減少しているが、一定Mn量においてZn量を変えるとその衝撃値は増加の傾向と減少の傾向の二つに分けられる。そしてこの傾向はα相の範囲では増加の傾向を示し、α+β相とβ相では減少の傾向になっているようである。また第13図(c)はMnとAlとを一定にした場合であるが、Feが多くなると組織中のαとβには無関係に衝撃値の低下が見られ、この付近ではFeの初晶が非常に多くなっている。Alを変えた場合(第13図(b))は組織変化と対応しており、かたさおよび引張強さの場合と同様の傾向にある。この場合、衝撃値が極端に低く、

かつかたさが非常に高い値を示している範囲の組織は第 5 図に示すとおりである。

4. 結 言

以上 Cu-Zn-Mn-Al-Fe 系鋳造合金について実験した結果を総括すると次のとおりである。

(1) 3種の Mn 黄銅鋳物の組織図を求め、Mn, Al および Fe の組織効果を調べ、計算値と比較した。その結果 Mn および Al の組織効果は計算値よりも大きく、Fe の組織効果は計算値よりも小さい。

(2) 黄銅鋳物の等硬度線図、等抗張力線図および等衝撃値線図を作成し組織との関係について考察した。それによると等硬度線および等抗張力線は組織図の相境界線に平行であり、組織が  $\alpha$  から  $\beta$  に移行するに従いかたさおよび引張強さは一般に高くなる。また衝撃値は、Cu-Zn-Mn (Al, Fe 一定) 系では、Mn 量が多く

なると減少し、Zn について考えると  $\alpha$  相では Zn の増加に伴い増加の傾向を示し、 $\alpha + \beta$  および  $\beta$  相では Zn の増加とともに減少する。Cu-Zn-Al (Mn, Fe 一定) 系は組織変化につれて衝撃値は減少の傾向であり、また Cu-Zn-Fe (Mn, Al 一定) 系においては Fe 量の少ないものは組織変化に対応するが、Fe が多くなると組織中の  $\alpha$  と  $\beta$  には無関係に減少する。

本研究にあたり、ご指導を賜った日立製作所日立研究所三浦所長ならびに第 5 部小野部長に感謝するとともに、終始実験にご協力された当研究室箱崎君および実験試料の溶解にあたって便宜を取り計らっていただいた日立製作所日立工場鋳造部の各位に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 金田：推進器用 Mn 黄銅の研究，10 (1954 学振)
- (2) M. Hansen：Constitution of Binary Alloys, 649 (1958, McGraw-Hill Book Company Inc.)



最近登録された日立製作所の特許

(56 頁より続く)

特許番号	名 称	氏 名	登録年月日	特許番号	名 称	氏 名	登録年月日
287887	粉 粒 体 輸 送 方 法	西 岡 富 士 夫	36. 11. 25	289100	受 鋼 台 車	田 中 昭 徳	36. 12. 9
287888	防 じ ん ホ ッ パ	大 西 俊 昇	"	289101	細 線 矯 正 装 置	安 齋 雅 敏	"
287889	電 気 集 じ ん 装 置	諫 早 典 夫	"	289576	充 電 発 電 機 装 置	森 岡 仁 健	36. 12. 11
287890	電 気 集 じ ん 器 用 放 電 極	諫 早 典 夫	"	290379	低 雑 音 電 子 管	外 山 良 嘉	36. 12. 16
287891	電 気 集 じ ん 器 用 コ ロ ナ 放 電 極	諫 早 典 夫	"	200380	X 線 写 真 速 写 装 置	沢 田 正 長	"
287892	電 気 車 両 用 半 導 体 整 流 装 置	橋 本 督 信	"	290381	ひ だ 付 導 波 管 の 精 密 工 作 法	和 小 林 一 達	"
400070	半 導 体 装 置 の 製 造 方 法	原 正 俊	36. 11. 28	290382	交 差 線 輪 形 測 定 装 置	前 川 明 嗣	"
400071	ト ラ ン ジ ス タ , イ ン パ ー タ 回 路	成 秋 昭 晋	"	290383	自 動 電 話 交 換 機 の セ レ ク タ コ ン ネ ク タ	木 村 尚 一	"
289080	白 鉄 の マ レ プ ル 化 焼 鈍 の 難 易 判 定 方 法	北 川 則 夫	36. 12. 9	290384	環 状 差 圧 計	野 上 邦 茂	"
289081	進 行 波 管 に お け る 発 振 防 止 減 衰 部	高 田 田 平	36. 12. 9	290385	累 積 加 算 装 置	水 野 昭 義	"
289082	微 細 な 格 子 構 体 の 工 作 法	高 田 田 平	"	290386	昇 降 機 用 電 動 扉 開 閉 制 御 装 置	小 堀 好 夫	"
289083	回 転 陽 極 形 X 線 管 の 陽 極 回 転 制 動 方 式	鈴 木 藤 夫	"	290387	導 波 管 の 開 口 部 封 止 法	松 原 博	"
289084	共 振 選 択 継 電 器	萩 原 一 薫	"	290388	射 出 成 形 用 組 成 物 装 置	竹 村 克 巳	"
289085	焼 損 防 止 器 付 熱 電 冷 凍 装 置	西 口 本 章	"	290389	天 が い 形 冷 房 装 置	加 藤 和 平	"
289086	図 面 上 の 波 形 を 光 電 変 換 に よ っ て 電 気 的 波 形 に 変 換 す る 装 置	橋 角 谷 正 研	"	290390	ベ ル ト コ ン ベ ヤ の 保 護 運 転 装 置	酒 井 真 平	"
289087	圧 電 装 置 を 用 いた 周 波 数 選 択 継 電 装 置	鈴 木 喜 久 泰	"	290391	合 成 樹 脂 化 粧 板 て ん 付 木 板 の 小 口 処 理 方 法	竹 本 猛 夫	"
289088	圧 電 装 置 を 用 いた 周 波 数 選 択 継 電 装 置	橋 本 篤 志	"	290392	洗 濯 機 回 転 翼 車	茂 木 朝 雄	"
289089	自 動 直 通 セ ル フ ラ ッ プ 式 自 動 切 替 え プ レ ー キ 弁	橋 品 田 上	"	290393	堆 積 抵 抗 盤 避 雷 器 構 体	角 野 正 研	"
289090	蓄 積 形 撮 像 管	田 上 八 十 次	"	290394	球 形 高 圧 容 器	谷 口 本 章	"
289091	圧 力 応 動 開 閉 器 の 調 整 装 置	武 井 幸 夫	"	290395	自 動 直 通 セ ル フ ラ ッ プ 式 自 動 切 替 え プ レ ー キ 弁	橋 大 昭	"
289092	直 通 式 と 自 動 式 の 自 動 切 替 え プ レ ー キ 装 置	日 比 正 男	"	290396	モ ノ レ ー ル カ ー 走 行 装 置	早 川 清 豊	"
289093	給 気 弁 装 置	武 田 政 次 郎	"	290397	ガ ス タ ー ビ ン お よ び 蒸 気 タ ー ビ ン の 併 用 プ ラ ン ト に お け る 制 御 方 式	長 磯 宮 入 克 昌	"
289094	子 熱 お よ び 焼 鈍 作 業 に 供 す る 保 温 カ バ ー	田 上 八 十 次	"	290398	巻 上 機 の 運 転 装 置	田 沢 俊 郎	"
289095	モ ノ レ ー ル カ ー 用 走 行 装 置	田 上 八 十 次	"	290399	洗 濯 装 置	桑 山 正 淳	"
289096	つ ぼ 形 磁 心 調 整 装 置	池 勝 義 郎	"	290400	避 雷 器 消 弧 間 げ き	林 安 治	"
289097	羽 根 角 度 調 整 用 圧 油 送 入 装 置	永 小 島 弘 太 正	"			田 上 八 十 次	"
289098	ベ ル ト ン 水 車 運 転 制 御 装 置	岡 草 野 義 五	"			永 小 島 弘 太 正	"
289099	ト ラ ン ジ ス タ を 使 用 し た 直 流 電 圧 変 換 装 置	草 野 義 五	"			小 横 田 一 英	"
		兵 衛 武 信	"			若 森 俊 郎	"
		横 井 武 信	"			田 沢 俊 郎	"
		細 貝 隆 護	"			高 砂 常 義	"
		中 村 隆 護	"			伊 藤 忠 二 郎	"
		海 山 英	"				"

(122 頁へ続く)