Fig. 12. X-ray Photograph of 14.60% Si Alloy.
o Line of Superlattice.

合金⁽⁸⁾の或る濃度に於て現はれることが見出されてゐるが、これ等の合金は簡単に固溶體とは考へられない。然し著者は上述の如く Si 含有量の少ない固溶體に於て負の磁氣-抵抗効果の現はれることを見出した。この現象は磁氣的に非常に興味あることである。

IV. 總 括

Fe-Si 系合金につき $-195 \sim 850^\circ$ の溫度範圍に於て最高 1600 oersteds の縦磁場に於ける磁氣-抵抗効果を

(8) S. Valentiner, Z. Phys., **47** (1935), 745.

測定して次の結果を得た。

(1) Fe の -100° 附近に現はれる磁氣-抵抗効果 $\Delta R/R$ ($H=1500$ oersteds) の異常性は Si 量の増加と共に高温の方に移動し、且つ $\Delta R/R$ の値は漸次減少する。

(2) 9.43% 以上の Si を含む合金に於ては $\Delta R/R$ は如何なる磁場に於ても亦如何なる溫度に於ても負の値となり、且つ常溫以下に於て負の極小が現はれる。而してこの極小は 14.60% 及び 16.03% Si を含む合金に於て特に大である。これは多分 Fe_3Si に相當する濃度に於て現はれる規則格子によるものであらう。

(3) 何れの合金に於ても磁氣變態の近くに於いて負の極小が現はれる。

終りに臨み本研究の遂行に當つて終始御懇篤なる御指導を忝うした本多總長及び増本教授兩先生に對して謹んで拜謝する。尙 X-線寫眞を撮つて頂いた西山博士に對し厚く謝意を表する。又この研究の一部は齋藤報恩會の補助によつてなされたものでここに同會に對し深謝する。

アルミニウム合金のピンホール除去に就て*

五百旗頭 啓** 石 田 制 一**

Kei Iokibe und Seiiti Isida. Entgasungsverfahren von Aluminiumlegierungen: Bei Schmelzprozess kann die Aluminiumlegierung H_2 , CO_2 , N_2 usw. aufnehmen; dabei geschieht mit der Erstarrung die Dispersion des frei werdenden H_2 in jeden Teil des metalles, die die Entstehung der sogenannten Poren zur Folge hat.

Es gibt manche Untersuchungen über die Flussmittel gegen die Poren und Beisätze. Als Proben standen 13 Arten Verbindungen (PbCl_2 , ZnCl_2 , AlCl_3 , S_2Cl_2 , PCl_5 , CdCl_2 , SbCl_5 , MgCl_2 , NiCl_3 , CrCl_3 , SnCl_2 , I_2 und CaBr_2) zur Verfügung. Sie sind den flüssigen typischen Legierungen, d. i. 6 Arten, Y-legierung, Nr. 12-legierung, Lautal-legierung, L_5 -legierung, Duralumin und Silumin (je 0.5 l, 1.5 u. 2% zn diesen) zugefügt worden, worauf man durch Messungen des spezifisches Gewichtes, Prüfungen mit blossen Auge, mechanische Versuche und mikroskopische Prüfungen uam. zu den Feststellungen der Poren-beseitigungsfähigkeiten dieser Flussmittel und ihrer Einflüsse auf die mechanischen Eigenschaften des Metalles gelangte.

Und danach zeigte sich auch, dass wir die vortrefflichen neuen Arten Flussmittel, die den bekannten gleichkommen, fanden. Wir sind ferner gewiss, dass sie nicht nur den Betrieben leicht zugänglich sind, sondern auch sie so einfaches Verfahren in Anspruch nehmen.

Folgendes sind die Einzelheiten: auf die Y-legierung wirken ZnCl_2 , PCl_5 , CdCl_2 , SbCl_5 in gleichen Masse sehr günstig, wovon besonders SbCl_5 eben, wie TiCl_4 , die Eigenschaft der Kornverfeinerung besitzt und die mechanischen Eigenschaften der Legierung bedeutend verbessert; der Nr. 12-legierung passen PCl_5 und ZnCl_2 ; für die Lautal-legierung sind PCl_5 und CdCl_2 sehr gut; der L_5 -legierung verhelfen NiCl_3 , Duralumin PCl_5 und CdCl_2 am effektivsten, Porengefahr entzugehen; der Silumin hat man schliesslich die angebliche Schwierigkeit annulliert, Poren und Schwindungshohlräume auszulöschen, indem wir in S_2Cl_2 ein ausserordentlich geeignetes Gegenmittel fand.

(Eingegangen am 5, September 1938)

** 海軍技術研究所.

* 本研究は昭和 13 年 4 月 3 日東京に於て開催された日本金屬學會第 3 回講演大會で發表したものである。

I. 緒 言

晩近輕合金の研究は日と共に隆盛となりその進歩も著しいものがあつて今から輕合金萬能時代の到來を豫想することが出来るがそれにはまだ研究す可き餘地が多々ある。

殊にその基礎をなす鑄造に關する研究は一日も忽に出来ない。著者等の記述しやうとする輕合金鑄物に發生するピンホールの除去の研究もその餘地を埋める一の問題と確信する。

この研究は勿論既に我國及び諸外國で行はれてゐて^(1~17)。その成果の非常に良好なものもあるけれどもこれ等を直ちに鑄造現場に使用することは種々な困難を伴ふ場合がある。即ちこれ等の文献を瞥見すると四鹽化チタン及び四鹽化珪素等^(10,13)は脱瓦斯作用が非常に顯著であるが作業上に甚だ不便を感じ取扱ひに熟練を要し又三鹽化硼素^(3,5,10)の様に高價で多量に使用する事が出来ぬもの或は再熔解法の如きその操作に長時間を要して迅速に多量の生産を目的とする工場には不適當のものもあり更に真空熔解法^(9,10)は經濟上の不利或は操業上の不便の爲到底工場で行ふことが出来ない現状である。現在我國の鑄造工場では各種の脱瓦斯處理が行はれて居るが要するに以上の範圍を出ないものと考へてよいであらう。本研究は特に以上の諸點に留意して操業が出来る丈簡單で而もピンホールを除去する能力が大きく且成る可く廉價なものが從來使用されて來たもの以外に存在しないかを文献と比較對照しつつ系統的に實驗を行つたものである。

II. 實驗の經過

(A) 實驗に供す可きフラックス及合金の選定

文献^(18~23)に依ると Al 合金はその熔湯中に水素瓦斯

- (1) W. Rosenhain, J. D. Grogan, J. Inst. Metals, **28** (1922), 196.
- (2) S. L. Archbutt, J. Inst. Metals, **33** (1925), 227.
- (3) D. R. Tullis, Metal Ind. (Engl.), **31** (1927), 487.
- (4) W. Claus, E. Kalachne, Giesserei, **15** (1928), 996.
- (5) D. R. Tullis, J. Inst. Metals, **40** (1928), 55.
- (6) W. Claus, Z. Metallk., **21** (1929), 268.
- (7) A. G. C. Gwyer, J. Inst. Metals, **42** (1929), 11.
- (8) D. R. Tullis, Metal Ind. (Engl.), **34** (1929), 339, 371.
- (9) N. F. Budgen, J. Inst. Metals, **42** (1929), 119.
- (10) W. Rosenhain, J. D. Grogan, T. H. Schofield, J. Inst. Metals, **44** (1930), 305.
- (11) Anon, Foundry Trade J., **43** (1930), 89.
- (12) D. J. Hansen, J. Inst. Metals, **46** (1931), 187.
- (13) 伊丹, 鐵と鋼, **12** (1931), 1288.
- (14) W. Koch, Z. Metallk., **23** (1931), 95.
- (15) R. Sterner-Rainer, Z. Metallk., **23** (1931), 274.
- (16) G. Mann, Metal Ind. (Engl.), **51** (1937), 89.
- (17) R. Irrmann, Giesserei, **24** (1937), 597.
- (18) 岩瀬, 金屬の研究, **3** (1926), 119.
- (19) L. L. Birumshaw, Phil. Mag., **7** (1920), 1510.

を最も多量に吸収し、一酸化炭素これに次ぎ炭酸瓦斯、窒素の順に吸収せられ而もその量は温度の上昇と共に増加する。吸収せられた瓦斯は合金の凝固に際し遊離せられ材料中の隨所に散在して所謂ピンホールが出来るのである。又酸素は Al との親和力が強くその化合物が材料中に存在すると輕合金の機械的性質を著しく低下させるものである。^{(24) (25)}

以上の理由から水素及び酸素を含む化合物はフラックスとして使用することは不利であることは容易に想像出来るであらう。N. P. L の Rosenhain⁽¹⁰⁾は四鹽化エタンを使用して相當の効果を擧げてゐるが、これ等有機物は寧ろ水素及び酸素を多量に含有してゐるから除外す可きであらう。又無機物の内でも水素や酸素を含むものは除かねばならぬと考へる。かくてフラックスとして採用の出来るものは元素それ自身か、或はハロゲン化合物又は金屬の硫化物等に自ら限定されることとなる。元素に就いては既に Hanson⁽¹²⁾氏に依り研究せられ、その効果は判明してゐるから除外することとする。

次にフラックスとして必要な條件は上述の外に Al 合金の熔解温度以下で容易に氣化或は分解して生じたガス自身が合金中に吸収されないことを必要とするが、硫化物は斯様な條件を満足しない爲に除くことにした。又弗化物、臭化物及び沃化物中には上述の條件を満足しないものも多い上に市中で購置することも容易でないもの、又高價なもの等もある故二三の特別なものを除いては考慮外に置くこととしたので結局主として鹽化物に就いて研究したこととなる。

以上の様な諸條件に基き本實驗では多數のハロゲン化合物中 Zahlentafel 1 の様な 13 種の化合物を研究することに決定した。

又液體はその操作が甚だ煩雜であるから同種の鹽化物中で液體と固體とあるものは後者の方を採用した。尙同表中沃素を除いて他は何れも結晶水を有して居り却つてピンホールの生成を容易ならしめる心配があるから完全な無水物を使用し、又甚しく吸濕性のものは氣密にした瓶中に貯藏して少しの水分も入らぬ様に注意した。

次に實驗に供した合金は輕合金の代表的と思はるゝもの 6 種であつてその名稱及び化學的成分は Zahlentafel 2 に示す通りである。

(B) 實驗の方法

輕合金の熔解法及びその熔解温度が合金の機械的及び

- (20) J. Czochralski, Z. Metallk., **14** (1922), 277.
- (21) W. Hessenbruch, Z. Metallk., **21** (1929), 54.
- (22) A. Sieverts, Z. Elektrochem., **16** (1910), 707.
- (23) " Z. Metallk., **37** (1929), 37.
- (24) R. Renaud, Foundry Trade J., **37** (1927), 12.
- (25) 原田, 水曜會誌, **6** (1928), 807.

Zahlentafel 1. Flußmittel der Versuche und ihre Physikalische Eigenschaften.

Flußmittel	Schmelz Punkt	Siede Punkt	Preis(1936) Yen/Pfd	Flußmittel	Schmelz Punkt	Siede Punkt	Preis(1936) Yen/Pfd
PbCl ₂	499°	861~954°	1.50	MgCl ₂	718°		1.00
ZnCl ₂	365	730	0.75	NiCl ₃		Sublimat	2.00
AlCl ₃	190	Sublimations-Punkt. rd 200	2.00	CrCl ₃		Sublimat	2.00
S ₂ Cl ₂	80	137	0.75	SnCl ₂	239	606	3.00
PCl ₅	149	163	4.00	I ₂		Sublimat	6.00
CdCl ₂	564	861~954	4.50	CaBr ₂	730	806	1.00
SbCl ₃	732	223	2.80				

Zahlentafel 2. Chemische Zusammensetzung der Versuchslegierungen.

Legierung	Cu %	Ni %	Zn %	Mn %	Mg %	Si %	Spezifisches Gewicht
Y	4	2			1.5		2.78
Nr. 12	8						2.86
Lautal	4					2	2.77
L ₅	3		13				2.98
Duralumin	4			0.5	0.5		2.75
Silumin						13	2.61

物理的性質に及ぼす影響は甚だ大であつてこれに關し既に行はれた研究も種々ある。その結果に依れば單に熔解法及び熔解温度を理想的に選ぶことのみに依つてもピンホールを充分に除去し機械的物理的諸性質を改良し得ると稱する者もあるが理想的の熔解法を行ひ或は最適當の熔解温度を選定することは研究室内では實行可能であるが種々な状況に支配される現場では常に行ひ得るとは限らない。

Czochralski 氏その他に^(18~21)依ると Al 合金のガス吸収は 900° 以上で急激に増加する様である。従つて本研究では却つて最惡の熔解法及び熔解温度に依つて熔湯に充分ガスを吸収せしめた後以下記述する様な方法に依つて脱瓦斯處理を行ひその効果を判定することが最も目的に副ふ様に考へたので合金は何れも之を 900~1000° で熔解し、その温度に 5 分間保つことにした。理想的熔解法及び温度に依つた湯に該處理を施せば一層良好な結果を得ることは容易に想像することが出来る。

次にフラックスの適當な添加温度を必要とするがこれは伊丹博士⁽¹³⁾の實驗に依れば 750° が最も良好であつてこの時の比重は最大となりピンホールは最小である由なればこの温度に決定した。依つて本實驗でも先づ黒鉛坩堝に所要成分の中 Mg, Zn 及び Na 等の特別なものを除き残り全部の材料を容れこれをガス爐中で熔解を行ひ 900~1000° に 5 分間保持した後爐外に出し。

(i) Y 合金及びジュラルミンは 850° で残した Mg を装入し、No. 12 合金及びラウタルは 750° に冷却するのを待つて後何れもフラックスを添加し

(ii) L₅ 合金は 850° で Zn を入れシルミン合金は 850° で Na を添加した後いづれも 750° でフラックスを加へたのである。

次に鑄込温度であるが之も亦重要であるが工場に於ける實際の作業上鑄物の大小、肉厚等の條件に依り決定的な温度を定めることが不可能なことが多いので普通に適當とされてゐる 650~700° で鑄込むこととした。

フラックスの装入法は固體の場合は熔解量 2kg の合金を 10 番黒鉛坩堝で上述通りガス爐中で熔解し、所定の温度に達したとき Al 箔に包んで Abb. 1 に示す様な周圍に小孔ある鐵製の筒に入れ熔湯中に押込み攪拌した。装入器には充分アルミナを塗装し合金中に鐵が熔解することを防止した。添加量は熔解した合金量の 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 % とし、この量とその効果との關係を調査したのである。次に液體鹽化硫黃の場合は Abb. 2 に示す様な方法に依り容量

50 cc の瓶から外側をアルミナで塗装した普通のガス管

Abb. 1.

Abb. 2.

を通じてその落差と瓶の上部に上昇した氣化ガスの壓力とで壓入した。又この場合にもフラックスの量は固體の場合と同様である。

以上の様にして脱ガス處理を行つた後鑄込に至る迄の時間に付いては本研究ではその熔解量が少いのと又シルミン合金は Na 量の焼失に依る改良効果の減退すること等から長く放置することが出来ないで處理後

2 分乃至 5 分後に鑄造した。

(C) フラックスの効果判定の方法

以上の處理を行つた熔湯の一部で Abb. 3 に示す如き乾燥砂型の鑄塊を作り、これをその中心を通し縦に二つに割つてその面を旋盤で仕上げた後 0000 の研磨紙で磨き更に酸化クローム粉を用ひバフを以て研磨し斜線部に示す約 10 cm² の面積中に存在するピンホール數を數へた。この内 5 倍程度の擴大鏡で

Abb. 3. Das Profil des Gußstückes.

苦勞なく數へることが出来る大いさ即ち直徑0.1mm又はそれ以上のものを符號Aを以て示し、數へるのに相當苦勞を要する程度のもの(直徑0.1mm以下)をBとし、この各々の1cm²中の平均數をこの鑄塊のピンホール數を代表するものと定めたのである。一方水浸法で試料の比重を測定して標準の比重と比較しその増加を見てフラックスの優劣を判定した。

最後にフラックスが

機械的性質に及ぼす影響を見る爲 Abb. 4 に示す様な金型及び乾燥砂型に鑄造した試験片素材を各2本づゝ作りこれ等を Abb. 5 の如き試験片に仕上げて試験した。實驗の値は各二本の平均値を以て示すこととした。

Abb. 4. Die Kokille (obere) und Sandgiessform (untere) des Prüfstückes.

Abb. 5. Prüfstück.

III. 實驗の結果

(A) フラックスを使用しない場合

各フラックスに就き實驗を開始する前に全然フラックスを用ひない場合の研究を施行した。

(a) 不注意な熔解法を行つた場合。2kgの合金を前節(B)に於て述べた方法で熔解し爐外に取出し、700°に冷却するのを待つてこれを鑄造してその物理的及び機械的の性質を測定した。その結果は Zahlentafel 3 に示す通りでこれに依つて合金を注意しないで熔解す

ればピンホールの數もかなり多く又機械的性質も不良であることが了解出来る。依つて以後はこの成績を標準としフラックスを裝入した場合のピンホール除去の效果、機械的性質の改良等の程度を判定することとする。

(b) 注意して熔解した場合 次に2kgの各合金を熔解溫度を750°とし且合金とガスの焰との接觸を斷つ爲坩堝を密閉して熔解した。この場合の成績は Zahlentafel 4 の通りである。これを Zahlentafel 3と比較すると比重は増加し機械的性質は明らかに向上したことを知り得る。特に金型試料に於て然りである。

然しピンホールの數は必ずしもこれ等のものと並行して減少した様にも見えないのは、この數を読むと云ふことが必ずしもピンホールの量を正確に現すものでなく寧ろこの二つの實驗の場合は合金中へフラックスから來る不純物を混入して來ないのであるから比重の大小に依つてピンホールの除去程度を判定する方が至當であらう。

(c) 再熔解を行つた場合 次に(b)の方法で熔解を行つてこれを爐中で冷却し凝固した後迅速に約700°迄再び熔解を行つた場合のピンホール數及比重は Zahlentafel 5 の通りであつて、これを再熔解を行はな Zahlentafel 4 に比較すると比重は一層増加し、ピンホールの數はジュラルミンの場合を除き他は著しく減少してゐる。これに依り再熔解の方法も幾分これ等合金の性質を向上せしめることが了解出来る。

Zahlentafel 3. Versuchseinzelwerte bei Schmelzen (900°) und Giessen (700°).

Legierung	Spezifisches Gewicht	Porenzahlen/cm ²		Mechanische Eigenschaften (Kokillenguß)			Mechanische Eigenschaften (Sandguß)		
		A	B	Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Härte (B.H.)	Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Härte (B.H.)
Y	2.624	5.7	3.1	22.8	1.9	69.4	16.6	0.5	74.1
Nr. 12.	2.776	4.0	1.9	16.7	3.9	51.9	10.9	1.4	57.8
Lautal	2.687	9.7	6.8	14.7	3.5	45.7	12.6	1.8	55.4
L ₅	2.940	4.0	3.9	22.1	8.8	53.6	17.3	3.0	66.5
Duralumin	2.636	11.1	12.0	15.9	1.2	68.0	11.2	0.5	64.0
Silumin	2.563	8.9	1.2	18.0	5.5	48.9	12.3	2.2	44.9

Zahlentafel 4. Versuchseinzelwerte bei Schmelzen (750°) und Giessen (700°).

Legierung	Spezifisches Gewicht	Porenzahlen/cm ²		Mechanische Eigenschaften (Kokillenguß)			Mechanische Eigenschaften (Sandguß)		
		A	B	Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Härte (B.H.)	Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Härte (B.H.)
Y	2.663	9.0	2.1	23.4	1.9	79.1	16.0	0.2	61.4
Nr. 12	2.827	2.7	4.1	17.8	4.3	52.2	11.6	1.1	59.6
Lautal	2.713	7.2	2.4	17.0	3.8	55.1	12.2	1.8	49.9
L ₅	2.935	3.6	3.8	22.4	7.2	57.0	16.5	2.0	59.7
Duralumin	2.706	2.0	1.8	17.3	1.0	66.9	13.5	0.5	70.7
Silumin	2.600	0.4	0.7	19.2	7.7	50.0	14.3	4.4	43.3

Zahlentafel 5. Werte nach dem wiederholten Schmelzverfahren.

Legierung	Spezifisches Gewicht	Porenzahlen/cm ²	
		A	B
Y	2.717	2.2	1.5
Nr. 12	2.824	2.9	3.9
Lautal	2.727	2.8	2.7
L ₅	2.947	1.2	1.5
Duralumin	2.720	4.0	5.0
Silumin	2.651	0.3	1.2

る。本剤で処理したときの試料の比重及びピンホール数は Zahlentafel 6 に示してある。表中各合金名の次に括弧内に記入の数字は標準比重を示す。又 Abb. 6 は同表を圖示し縦軸には比重及びピンホールの数を、横軸には

(B) フラックスを用いた場合

(a) 鹽化鉛 (PbCl₂) 鹽化鉛は比較的廉價なので多量使用する現場では經濟上有利である。

に見て A のピンホールの大きさの約 1/10 と假定し A ピンホール數に B ピンホール數の 10 分の 1 を加へたものである。斯くピンホール數を A, B の二つに分けた理由は從來ピンホールはフラックスの添加に依り微細なものに分割されフラックスのない場合に比し大きなピンホールは消失する代り微細なものが出来る様な傾向を有するのであるがその點を明にする爲であつて Zahlentafel 6 を見てもこの様子を窺ふことが出来る。

さてこれ等の實驗結果を見るに上述のフラックスを使用しない三つの場合に比して非常に良好な成績を示し、例へば比重に就いて見ると Y 合金では未だ標準比重 2.78 に達しないが No. 12 合金、ラウタル及びジュラルミン等では標準比重又はそれ以上になつてゐる。一方肉眼

的試験に依ると試料は未だ全く健全とは云ひ得ない。殊に Y 合金及び L₅ 合金に於ては直徑 0.1 mm より遙かに小さい B 級のピンホールとして明瞭に數へることの出来ない様な微小の孔が多數存在する様である。斯の如くピンホール數の多い割に比重の高いのは Pb がフラックスより分解して混入したものと思はれたので、これを分析した一例を示すと 1.5% の PbCl₂ を添加した場合約 0.3% の Pb が混入してゐることが明かとなつた。従つてこれに依つて増加する比重は Pb が合金と混合する

Zahlentafel 6. Versuchs-werte bei zugefügten PbCl₂.

	Spezifisches Gewicht	Porenzahlen/cm ²		Spezifisches Gewicht	Porenzahlen/cm ²		Spezifisches Gewicht	Porenzahlen/cm ²	
		A	B		A	B		A	B
Flußmittel %	Y (2.78)			Nr. 12 (2.86)			Lautal (2.77)		
0	2.624	5.7	3.1	2.776	4.0	1.9	2.687	9.7	6.8
0.5	2.620	11.0	3.6	2.827	3.1	8.8	2.752	1.3	7.5
1.0	2.674	7.1	6.4	2.865	0.4	1.0	2.761	1.4	7.4
1.5	2.753	0	3.6	2.860	1.1	5.2	2.768	3.0	16.1
2.0	2.747	0.8	11.5	2.880	0.4	2.7	2.772	1.8	4.0
Flußmittel	L ₅ (2.98)			Duralumin (2.75)			Silumin (2.61)		
0	2.940	4.0	3.9	2.696	11.1	12.0	2.562	8.9	1.2
0.5	2.933	0.3	3.5	2.686	9.7	10.6	2.572	2.8	0.2
1.0	2.953	5.6	16.0	2.730	2.7	9.6	2.592	2.3	0.5
1.5	2.954	3.3	11.4	2.745	4.7	11.2	2.601	1.4	3.3
2.0	2.969	0.2	3.0	2.756	1.8	7.0	2.660	0.2	1.8

Abb. 6. Das Spezifisches Gewicht und Dorenzahlen/cm² (mit PbCl₂).

使用したフラックスの量をとつてある。圖に示したピンホール數は表の B に屬するピンホールの大きさは統計的

ものとすれば 0.0258 を増加することになり上述の如き比重とピンホール數の示す處が一致しない理由の一部分は Pb に依ることを了解することが出来る。

次に Zahlentafel 7 はこの場合の機械的試験の結果で一般にフラックスが増加すると各性質は改良せられ殊に L₅ 合金では延伸率が漸次大となり金型鑄造の状態でフラックスが 2% の時實に 21.3% の伸を示す。從來は Pb が Al と合金しないので機械的性質に及ぼす影響も有害であると考へられてゐたが上述の如き結果より推量してこの場合は甚しく有害でもない様に見える。尙この點を一層明かにする爲著者等は特に L₅ 合金に金屬 Pb を 0.05%, 0.1%, 0.5% 及び 1% 添加してその機械的性質を研究した處、Zahlentafel 8 に示す様に抗張力及び延伸率は寧ろ低下こそするが増加は決してせぬことを知り得た。これ等の結果から吾々は Pb がフラックスから入つた場合と直接金屬 Pb を混入した時とで様子が異なる様に感ずる。このことは Y 合金に對し Ti の場合に同様の

Zahlentafel 7. Einfluß von PbCl_2 auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y. L		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Nr. 12 L.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1			16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	20.4	16.3	2.5	1.2	64.0	61.5			18.7	18.4	5.6	3.3	48.6	50.2
	1.0	21.3	16.3	2.0	2.0	67.2	71.0			19.2	15.0	5.6	2.8	51.5	56.8
	1.5	24.9	21.0	3.0	2.0	72.5	78.6			20.0	14.4	6.3	3.0	51.2	50.4
	2.0	24.9	18.0	3.4	2.4	73.0	74.2			18.5	13.8	4.2	2.0	53.4	55.4
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		L ₅ L		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4			21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	18.5	13.0	5.3	3.0	49.7	51.7			22.3	12.2	13.8	7.5	54.1	53.3
	1.0	18.2	13.5	5.4	3.8	49.8	53.4			23.7	19.6	17.2	9.4	53.4	53.1
Flußmittel in %	1.5	18.7	13.8	5.2	3.6	50.4	54.8			23.4	20.4	20.8	8.5	51.6	53.4
	2.0	18.9	13.5	5.4	3.3	51.7	49.4			24.0	21.3	21.3	9.6	51.9	53.3
Duralu- min		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Silumin		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0			18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	16.3	13.3	2.2	2.2	63.5	61.4			20.9	15.4	12.4	4.8	51.1	42.5
	1.0	21.2	11.2	3.8	1.5	65.3	65.5			20.0	13.1	11.6	3.8	48.1	39.9
Flußmittel in %	1.5	21.6	15.5	4.2	2.0	64.7	66.6			18.6	14.7	6.3	4.2	47.2	42.5
	2.0	22.0	13.7	5.2	2.0	64.3	68.9			18.5	11.4	6.8	2.8	47.1	40.2

Zahlentafel 8. Einfluß des Pb auf die Mechanischen Werte von L₅ Leg.

Menge des Pb zum L ₅ L. %	Zugfestig- keit K. G. (kg/mm ²)	Dehnung K. G. %
0.05	20.1	5.3
0.1	19.3	4.8
0.5	19.1	4.5
1.0	18.9	4.0

Photo. 1. Die Bruchfläche der L₅ Legierung.A: mit PbCl_2 (1.5%) B: mit Pb (1.0%)

シルミンの機械的性質がフラックス 0.5% 以上に増加す

現象が起る⁽¹³⁾.
又破断面もフラックスで処理した場合は緻密であるにも拘らず金属 Pb を添加した場合は粗である。Photo. 1 はこれを示したもので A はフラックスに依るもの B は金属 Pb を添加した場合である。

次に L₅ 合金以外の合金ではフラックスを添加した時の破断面は添加しないものと同様で又硬度に關しても一定の影響なく要するに餘り有効でない。特に

は廉價なるが故に鑄造現場でも多量使用されその効果が大であることがよく知られてゐる。沸騰點は 730° で熔湯中で容易に氣化して生じた鹽素、亜鉛共に反應が活潑であるからピンホール除去に有効なのであらう。Abb. 7

Abb. 7. Des Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit ZnCl_2).

はこの場合の實驗結果で、これらを見て明らかな様に比重は Y 合金, No. 12 合金, ラウタル及びジュラルミン等の場合に相當の上昇を示し標準比重又はそれ以上となり又ピンホール數も可なり少く特に A 級ピンホールは非常に減少してゐる。但しジュラルミンの場合のみ比重の高い割合にピンホールの減少程度が少いがこれは Zn が

るに従ひ却つて低下するのは添加した Na がフラックスから分解して出來た鹽素瓦斯に依つて結晶粒の微細化能力を減殺された爲と推察される。従つてフラックスを使用する場合は餘分の Na を添加し脱瓦斯處理後も充分 Na の機能を保たしめる必要がある。

シルミンに於て同様な現象の起ることは他のフラックスの實驗にも顯れて來ることは後頁に示さるゝ處である。

(b) 鹽化亞鉛 (ZnCl_2) 鹽化亞鉛

金中に溶解した爲と考へる。

機械的性質は Zahlentafel 9 に示す如くで殊に金型鑄造の Y 合金ではフラックスの量 2% で抗張力 27 kg/mm² 以上を示してゐる。その破断面も緻密である。唯 L₅ 合金に対しては比重、ピンホール数及び機械的性質共大した効果を及ぼさないのは後述の鹽化アルミニウムが Al 合金に顕著な効果を示さないことと同様である。

Zahlentafel 9. Einfluß von ZnCl₂ auf die Mechanische Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Nr. 12		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
FluBmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1			16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	26.3	17.4	2.2	2.0	79.7	74.6			19.5	18.3	6.6	2.6	54.8	53.4
	1.0	26.2	18.7	2.4	2.0	79.3	77.4			20.2	14.6	5.5	3.4	56.7	54.5
	1.5	23.8	19.4	4.0	2.4	68.7	66.5			19.7	14.8	5.5	3.3	56.6	54.3
	2.0	27.5	20.3	3.2	2.2	83.7	74.1			20.0	14.9	5.0	3.8	58.2	55.1
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		L ₅		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4			21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	16.6	13.3	4.9	2.2	51.3	51.2			24.4	19.5	11.8	6.9	57.8	65.1
	1.0	18.9	15.7	4.8	3.0	52.5	53.8			25.3	21.3	8.8	4.8	57.8	70.6
FluBmittel in %	1.5	19.3	15.6	4.8	2.7	55.9	53.6			25.7	20.4	8.6	4.7	66.0	65.1
	2.0	19.0	15.0	4.1	3.0	53.0	53.0			23.2	19.1	9.0	5.4	59.2	63.0
Duralu- min		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Silumin		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.6			18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	17.7	16.1	2.4	2.7	63.8	67.5			21.0	15.9	14.0	7.0	54.4	39.2
	1.0	21.5	14.1	4.2	2.6	70.9	65.8			20.9	16.2	13.4	8.5	54.1	42.7
FluBmittel in %	1.5	20.8	14.3	4.0	2.7	67.6	62.5			20.6	14.5	12.0	4.6	51.6	42.8
	2.0	21.6	16.0	3.6	1.6	64.5	59.5			19.5	13.0	11.3	3.7	51.9	41.6

(c) 鹽化アルミニウム (AlCl₃) 鹽化アルミニウムは約 183° 附近で昇華するからピンホールの除去にはその能率は大きく又 Al の鹽化物であるから合金中に不純物

Abb. 8. Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit AlCl₃).

が混入して悪い影響を及ぼす恐れはないと考へたので相當の期待を以て實驗した。處が實驗結果は Abb. 8 及び Zahlentafel 10 に示す如くで多くの場合比重も標準迄は達せずピンホールもラウタル, L₅ 合金及びシルミン等では餘り減少せずかなり不健全な試料を得たことになる。唯 Y 合金及びジュラルミンに對し割合に良い影響を與へるがこれとても他の優秀なフラックスには到底及ば

ない。機械的性質の改良も從つて見る可きもなく Y 合金とジュラルミンが多少良好となつたのみでありその破断面も相當緻密となる程度に止まる。

(d) 鹽化硫黄 (S₂Cl₂)

本劑は常溫で液態であるが他の例へば四鹽化チタン或ひは四鹽化珪素の如くパイプに附着してゐる水分と反應して水酸化物を生じてパイプを閉塞し液體が熔湯中へ流入するのを邪魔する様なことがなく又ゴム管を犯す程度も比較的輕微である故割合に取扱ひが便利である。又非常に廉價で鹽

素及び硫黄共に脱瓦斯作用が著しいのでフラックスとしての試験をした。

實驗の結果は Abb. 9 に示してあるがこれに依ると一般に良好な影響を與へるがシルミン以外のものは比重は未だ標準に達してゐない。ピンホール数は Y 合金、シルミン及びラウタルの各合金では甚だ少くなつてゐる。

文献に依ると硫黄は輕合金の機械的性質を低下せしめると云ふことであるが本實驗では微量の爲か惡影響のないのみでなく寧ろ Zahlentafel 11 に示す様に一般に良好な結果を與へる。特に Y 合金に對しては金型試料の硬度を著しく高めその破断面を可なり緻密にする。尙シルミンの場合も Na の機能を失はない様にすればその機械的性質は優秀であるから本劑はシルミンに對しては非常に有効なフラックスであることを知る。

(e) 五鹽化磷 (PCl₅) 磷は硫黄と同様に Al 合金に有害であるとの説があるが必ずしもさうでなく曾て脱酸劑

Zahlentafel 10. Einfluß von $AlCl_3$ auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Nr. 12		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1			16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	26.7	19.9	2.4	0.7	76.9	82.6			18.7	12.0	4.0	1.8	53.6	58.7
	1.0	26.7	19.6	1.9	0.7	76.9	82.6			18.7	11.8	4.1	1.5	62.2	58.7
	1.5	25.9	20.3	1.8	0.9	82.6	76.9			18.6	11.4	4.2	1.5	60.5	50.2
	2.0	27.0	20.6	2.0	1.0	86.1	85.6			20.0	13.2	4.2	2.0	58.7	57.5
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		L ₅		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4			21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	16.9	12.3	3.0	1.2	55.1	58.7			20.7	16.0	7.5	3.1	57.0	68.7
	1.0	18.5	13.1	3.8	1.0	62.6	56.7			22.1	16.2	9.6	3.7	62.6	64.8
Flußmittel in %	1.5	17.8	13.1	2.8	1.3	57.0	57.5			23.4	16.8	12.8	3.5	60.8	71.6
	2.0	18.6	13.2	4.3	1.8	62.6	58.8			25.0	17.7	14.5	3.2	69.1	74.4
Duralu- min		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Silumin		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0			18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	21.1	12.8	1.7	0.4	80.2	76.3			22.3	16.5	10.2	5.7	61.5	48.9
	1.0	18.9	13.7	1.2	0.7	74.4	74.4			21.3	16.7	9.1	7.6	58.7	47.6
Flußmittel in %	1.5	20.5	11.8	1.2	0	79.8	79.9			21.0	17.5	14.5	9.4	62.6	47.6
	2.0	23.1	15.2	3.2	0.1	76.9	76.9			21.0	16.9	12.2	6.2	62.6	53.4

Zahlentafel 11. Einfluß von S_2Cl_2 auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Nr. 12		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1			16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	24.7	17.7	1.5	0.3	89.1	76.9			16.6	10.4	3.5	1.5	64.7	55.1
	1.0	27.0	19.6	2.3	0.6	86.1	85.4			18.1	11.3	3.1	1.5	61.5	54.9
	1.5	26.9	19.9	2.6	1.0	102.0	85.6			20.1	12.2	3.8	1.7	64.3	60.5
	2.0	26.9	19.5	2.2	0.6	92.5	79.0			19.3	8.7	3.8	0.6	62.2	47.4
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		L ₅		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4			21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	16.5	11.6	3.2	1.9	60.5	46.0			22.5	14.8	11.8	2.4	69.1	64.8
	1.0	18.0	12.9	4.0	1.9	58.7	56.8			23.6	17.6	12.2	4.8	74.6	71.6
Flußmittel in %	1.5	18.3	13.6	4.2	2.2	60.9	53.4			22.8	18.6	11.1	4.3	71.6	66.9
	2.0	18.3	13.6	3.2	1.2	62.6	56.8			24.8	20.9	15.7	5.5	69.1	71.6
Duralu- min		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Silumin		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.			K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0			18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	18.6	13.9	1.4	0.4	78.2	69.6			21.0	16.4	11.9	8.4	62.6	45.0
	1.0	21.0	15.7	1.7	1.0	82.6	76.9			21.6	18.0	10.3	7.4	60.5	53.1
Flußmittel in %	1.5	21.6	12.5	3.0	0.2	79.6	78.2			20.3	14.7	8.8	2.9	60.2	51.9
	2.0	22.0	15.0	2.9	1.1	76.9	73.8			21.1	16.9	13.4	5.3	60.5	51.6

として加へてゐたこともあつた⁽²⁶⁾. 従つて本剤は脱酸作用をも行ふもので他と多少趣を異にする. Abb. 10 に

(26) Corson, Aluminum and its alloys, (1926), 67.

Abb. 9. Das Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit S_2Cl_2).

示す様に本剤は何れの合金に對してもその添加量の増加に伴つて漸次比重を高め標準或はそれ以上にする. 磷はそれ自身比重が小さいに拘らず本剤を以て處理した合金の比重が今迄述べた各フラックスに依る合金の夫れに比し餘り甚しく異ならないのを見れば如何に本剤がピンホールを除去する作用が顯著であるかを了解することが出来る. 従つ

て合金に顯れるピンホールの數も非常に少く Y, ラウタル, L₅, ジュラルミン及びシルミン各合金に於て著しく僅かである. 又機械的性質も Zahlentafel 12 に示す様に

Abb. 10. Das Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit PCl₅). Abb. 11. Das Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit CdCl₂).

一般に良好で試験片の破断面も緻密であるが、No. 12 合金では比重及びピンホール数の場合と同様に餘り良い効果を示してゐない。

Zahlentafel 12. Einfluß von PCl₅ auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (k / mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		Nr. 12	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1		16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	25.7	20.0	2.0	0.5	80.3	77.6		16.9	11.7	3.3	1.3	53.1	52.4
	1.0	26.4	19.8	2.0	0.7	80.9	84.2		17.7	13.8	4.0	1.8	53.6	54.6
	1.5	26.2	21.3	1.6	0.8	81.1	80.2		18.2	11.7	4.3	1.8	57.4	54.5
	2.0	26.6	21.5	2.0	0.7	81.7	83.0		19.3	13.1	5.1	1.8	55.3	56.0
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B.H)		L ₅	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4		21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	16.6	12.0	3.8	1.5	49.8	52.6		16.6	14.8	4.0	2.2	54.3	61.2
	1.0	17.6	13.3	2.1	1.6	55.1	58.5		23.3	18.1	8.3	1.7	60.8	67.1
	1.5	18.7	13.0	4.2	1.4	56.0	56.4		24.3	17.9	11.8	2.3	56.1	63.8
	2.0	18.1	13.7	3.8	1.5	53.8	58.1		23.2	18.8	10.0	3.8	58.8	60.5
Duralu- min		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		Silumin	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0		18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	18.9	12.3	1.2	0.6	68.0	76.5		20.2	14.8	14.0	4.8	50.6	43.5
	1.0	22.1	16.1	2.1	0.8	72.8	72.3		20.1	15.5	10.5	4.4	53.1	47.0
	1.5	22.3	15.4	2.4	0.2	72.8	76.0		17.8	11.9	4.1	1.8	50.4	44.0
	2.0	22.3	17.2	1.9	0.9	72.3	76.8		17.2	11.7	5.2	2.2	47.8	40.9

(f) 鹽化カドミウム (CdCl₂) 本剤は Zahlentafel 1 に示した通りその熔解點は 564°, 沸騰點は 861°であるが Cdの蒸氣壓が高く従つてピンホール除去の効果は大であらうと推察した。然るに本剤の無水物は市中では販賣して居らないので實驗室に於て特に結晶水を除去したものに就いて實驗を施行したのである。先づ比重を見ると Abb. 11 に示す如く孰れの合金に於ても非常に高く殊に

ラウタルは 2.80 を示して他のフラックスの場合よりも遙かに良好である許りでなく標準比重 2.77 よりも大きい。

今試みにこれ等の内二、三の合金を分析すると

Zahlentafel 13 に示

す様に 2% の CdCl₂ を添加した場合 Cd が約 1% も混入してゐることを知つた。これにより本剤で處理した場合比重が可なり高くなるのは單にピンホールが除去された結果とのみは考へられない。顯微鏡下でも明かに Cd が微粒として存在して居るのを認めることが出来る。

Photo. 2 はこれを示し A はシルミン, B は No. 12 合金である。ピンホール數も一般に非常に少なく Y, ラウタル及び L₅ の各合金は殊に僅少である。

次にこれ等合金の機械的性質に及ぼす Cd の影響は未だ文献に少いので不明であるが多少結晶を微細化する作用があるとも云はれてゐる。Zahlentafel 14 はこの場合の實驗結果を示したもので孰れの合金に對しても概して機械的性質を向上せしめる。

(g) 鹽化アンチモン (SbCl₃) 五鹽化アンチモンは液體であるが三鹽化アンチモンは固體であるので本實驗で

Zahlentafel 13. Die Menge des Cd, die in der Legierung eingeschmolzen ist, wo CdCl_2 als Flußmittel Zugefügt ist (2v.H.).

Legierung	Chemische Zusammensetzung						
	Cu	Ni	Zn	Mg	Si	Cd	Al
Y	4.02 (4.00)	2.32 (2.00)		1.16 (1.5)		0.91 (0)	Rest
Nr. 12	7.73 (8.00)					0.83 (0)	
Lautal	4.13 (4.00)				1.81 (2.00)	0.90 (0)	
L ₅	3.40 (3.00)		12.59 (13.00)			1.02 (0)	

Die Zahl in Klammer ist die legierte Menge.

A

B

Photo 2. Mikroskopisches Gefüge der Silumin und Nr. 12 Legierung (mit CdCl_2)

A. Silumin B. Nr. 12 Legierung

Zahlentafel 14. Einfluß von CdCl_2 auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.	Flußmittel in %	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Nr. 12	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1		16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	23.3	17.0	1.2	0.4	64.3	74.9		19.3	12.9	4.9	1.8	54.7	56.3
	1.0	23.8	18.2	1.0	1.0	71.1	80.2		19.8	13.3	5.0	1.8	53.8	54.4
	1.5	24.4	19.9	1.3	0.8	76.8	79.8		19.0	12.5	4.7	1.8	50.9	51.3
	2.0	24.4	20.8	1.9	1.0	71.2	80.6		18.5	13.7	4.7	2.3	51.9	50.8
Lautal	Flußmittel in %	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		L ₅	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4		21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	15.6	12.0	2.6	2.0	52.2	47.7		21.3	19.9	8.7	5.0	49.3	58.7
	1.0	19.1	15.6	4.9	3.5	50.2	52.2		22.6	20.2	11.2	5.1	52.5	56.7
	1.5	19.0	15.5	4.6	2.5	50.1	53.8		22.4	20.5	9.8	6.0	51.9	59.8
	2.0	18.8	15.3	5.5	2.2	49.9	49.5		23.0	19.1	10.0	4.0	54.5	58.2
Dur-alumin	Flußmittel in %	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Silumin	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0		18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	18.2	14.9	1.9	1.0	61.2	65.3		20.8	15.6	13.4	6.0	49.9	44.3
	1.0	18.5	15.1	2.0	1.4	61.5	64.7		18.6	13.0	7.7	3.5	49.4	44.4
	1.5	20.3	16.2	3.4	1.1	60.2	65.5		20.1	16.1	13.7	8.1	49.2	42.6
	2.0	22.4	18.7	3.3	2.0	61.7	70.6		19.0	13.0	7.9	3.7	49.8	44.2

Abb. 12. Das Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit SbCl_3).

は後者を使用した。実験の結果は Abb. 12 に示す通りで Y 合金、ジュラルミン及びシルミンの比重は相当高まり又ピンホールは Y 合金に於て最も少く No. 12 合金、ミルミンこれに次で良い成績を得てゐる。機械的性質も Zahlentafel 15 に示す様にシルミンを除いては皆改良されてゐる。殊に Y 合金は機械的性質を改良し抗張力 29 kg/mm² を示しその破断面も甚だ緻密で所謂 Silky structure を呈してゐる。Photo. 3 はこれ

を示し A は鹽化アンチモンで処理した場合 B は処理を行はない場合である。Zahlentafel 16 は処理後各合金を分析した結果である。これに依るとこの場合には極く微量の Sb が合金中に残されてゐることを判定し得る。尚表中括弧内に記入した数字は各成分の配合量である。

(h) 鹽化マグネシウム (MgCl_2) 本剤はその成分から見て相当効果のあるものと考へられるが従來の研究では期待に反して餘り良くない結果を與へてゐる。元

Zahlentafel 15. Einfluß von SbCl_3 auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		Nr. 12	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1		16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	27.3	17.9	1.8	0.4	79.9	80.5		14.0	10.0	2.2	1.2	52.9	52.4
	1.0	28.3	19.8	2.1	0.4	85.1	82.9		17.3	11.4	3.6	1.7	54.1	55.1
	1.5	27.3	19.4	1.9	0.5	80.5	81.2		16.1	10.8	2.8	1.2	55.8	56.0
	2.0	28.5	19.2	2.0	0.8	87.3	83.5		17.2	11.4	3.3	1.2	55.3	57.8
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		I ₅	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4		21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	13.8	10.9	2.4	1.5	49.2	50.3		20.5	17.1	7.0	2.2	56.5	62.6
	1.0	17.8	12.3	4.3	1.5	49.6	55.6		22.6	19.5	9.3	3.1	58.7	65.1
	1.5	17.3	11.8	4.2	1.5	49.7	53.3		22.6	18.2	8.3	2.5	65.3	67.0
	2.0	18.0	12.4	4.6	1.5	56.0	52.7		22.3	18.2	7.7	2.5	60.5	68.0
Dur- alumin		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		Silumin	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0		18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	20.3	10.6	2.7	0.6	71.1	68.5		15.6	11.1	2.2	1.7	46.5	38.6
	1.0	19.7	11.9	2.0	0.4	66.9	71.2		17.1	13.4	3.9	3.0	48.8	43.1
	1.5	21.3	13.0	2.8	0.4	70.3	70.8		16.0	11.3	3.0	1.4	47.8	42.1
	2.0	20.8	11.0	3.1	0.6	67.3	70.5		16.8	11.7	4.3	1.9	49.6	43.8

Photo. 3. Bruchfläche der Y Legierung A mit SbCl_3 B ungemischt

又 Mg は Al より酸素に對して親和力が強いいため機械的性質も改良されるかと期待したが Zahlentafel 17 に示

Zahlentafel 16. Die Menge des Sb, die Legierung eingeschmolzen ist wenn SbCl_3 als Flußmittel Angewendet.

Legierung	Chemische Zusammensetzung (%)							
	Cu	Ni	Zn	Mg	Si	Mn	Sb	Al
Y	4.03 (4.00)	2.17 (2.00)		0.94 (1.50)			0.06 (0)	Rest
Nr. 12	7.28 (8.00)						0.06 (0)	"
Lautal	4.60 (4.00)				1.65 (2.00)		0.06 (0)	"
L ₅	3.06 (3.00)		13.83 (13.00)				0.08 (0)	"
Duralumin	4.00 (4.00)			0.42 (0.5)		0.40 (0.5)	0.05 (0)	"
Silumin					12.80 (13.00)		0.07 (0)	"

Die Zahl in Klammer ist die legierte Menge.

來鹽化マグネシウムはその無水物を得ることが容易でない爲良好な結果が得られないのかも知れぬと推察したので完全な無水物で實驗を試みた。然しその結果は矢張何等觀る可きものが無いのは Abb. 13 に示す通りで比重は低くいづれの合金に於ても全迄述べられたフラックスで處理した程高まらずピンホールの數も餘り減らず唯 Y 合金, No. 12 合金及びシルミンに多少の効果を及ぼした程度である。

從つて鹽化マグネシウムは從來の文獻に示す様にフラックスとしての價値は少いものと認めることが出来る。

す様に寧ろフラックスの量と共に餘り變化を起さず殊に硬度に於ては寧ろ低下するものが多い。又試験片の破断面も結晶粒が比較的粗いことを認め得た。

Abb. 13. Das Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit MgCl_2).

(i) 鹽化ニッケル (NiCl_2) 鹽化ニッケルは昇華性の物質である。これにより處理を行つたものゝ比重及びピンホール數の測定結果は Abb. 14 に示す通りでこれ等に依れば L₅ 合金に對して本劑は効果顯著でジュラルミン及びラウタルに對してはこれに次いでゐる。又機械的性質は Zahlentafel 18 に示す様に一般に向上し就中 L₅ 合金は著しく改良され金型の場合の抗張力實に 25kg/mm²,

Zahlentafel 17. Einfluß von $MgCl_2$ auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		Nr. 12	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1		16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	25.8	19.4	2.0	0.4	80.2	78.7		17.2	11.7	3.7	1.6	50.4	49.6
	1.0	24.7	18.5	1.7	0.4	71.6	76.9		17.4	12.3	5.0	1.9	47.6	46.5
	1.5	24.3	18.2	1.7	0.3	73.9	76.0		16.1	11.2	3.6	1.1	48.8	47.8
	2.0	25.3	18.2	1.9	0.3	78.0	74.9		17.5	11.4	4.9	1.5	47.5	47.5
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		L ₅	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4		21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	15.4	11.2	3.4	1.4	46.5	47.1		22.6	17.0	9.9	2.7	53.4	63.6
	1.0	17.1	11.9	4.0	1.6	47.5	48.3		22.8	19.6	13.2	4.4	51.1	56.1
	1.5	16.4	12.5	3.3	1.0	50.3	53.2		21.6	15.7	9.8	2.1	53.1	53.5
	2.0	16.6	12.1	3.7	1.6	45.3	49.2		21.9	15.6	10.0	2.4	52.8	55.3
Dur-alumin		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		Silumin	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0		18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	13.7	11.6	0.7	0.3	58.0	64.7		20.6	14.8	11.2	5.2	50.9	39.5
	1.0	16.1	13.6	1.1	0.5	61.4	62.6		18.7	13.4	11.4	8.0	46.9	35.8
	1.5	16.1	13.0	1.2	0.6	65.1	65.8		18.2	13.8	8.7	8.0	45.8	39.2
	2.0	16.5	14.9	1.5	0.8	58.2	64.7		18.6	13.4	6.6	3.4	44.8	40.2

Zahlentafel 18. Einfluß von $NiCl_3$ auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		Nr. 12	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1		16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	24.0	18.5	1.6	1.1	97.7	84.4		16.9	11.1	3.6	0.7	56.4	56.7
	1.0	24.4	18.7	2.0	0.6	82.6	79.5		18.3	12.2	4.6	0.9	59.4	59.7
	1.5	25.2	20.5	1.8	0.9	81.8	86.2		18.1	12.0	4.2	1.4	55.1	57.8
	2.0	25.2	21.4	1.8	1.2	77.4	87.0		18.4	12.2	3.8	0.8	57.7	57.6
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		L ₅	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H).	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4		21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	16.7	13.0	3.7	1.5	56.7	53.1		20.9	19.5	5.3	1.7	61.3	70.9
	1.0	17.7	12.2	4.0	1.2	55.5	57.2		23.4	19.2	7.2	1.7	63.5	76.0
	1.5	18.4	13.6	3.5	1.8	53.8	54.1		24.9	21.1	5.7	2.2	68.2	82.3
	2.0	18.8	13.3	4.6	1.6	58.0	55.9		25.3	22.4	7.7	2.5	75.1	84.4
Dur-alumin		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		Silumin	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0		18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	16.8	14.2	1.2	0.5	78.9	77.1		19.7	15.2	9.3	5.4	61.8	43.3
	1.0	18.8	15.0	1.6	0.6	64.0	66.0		19.5	13.1	8.4	2.4	53.4	43.3
	1.5	20.1	15.9	2.2	0.6	78.4	77.6		20.3	15.9	13.8	6.0	55.0	44.5
	2.0	19.7	15.1	3.5	1.8	72.1	69.1		20.1	13.1	11.8	2.9	53.4	45.0

砂型でも 22 kg/mm² 以上を與へる。これを要するに鹽化ニッケルは L₅ 合金には甚だ良好なフラックスである。

(j) 鹽化クローム (CrCl₃) 本劑は鹽化ニッケルと同

Y 合金及びジュラルミンの機械的性質を改良した程度で従つて鹽化クロームは優秀なフラックスではないことが判定出来る。

Abb. 14. Das Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit $NiCl_3$).

様昇華する化合物で未だこれを輕合金用のフラックスとして取扱つた報告を見ないのでその効果を探究することとした。Abb. 15 に比重及びピンホール數の測定結果を Zahlentafel 19 に機械的性質を示した。これ等を總括して見ると一般に本劑に依る處理の効果はあがらず僅かに Y 合金に於てピンホールがやゝ減少してゐるのを見、又

Abb. 15. Das Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit CrCl₃). Abb. 16. Das Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit SnCl₂).Zahlentafel 19. Einfluß von CrCl₃ auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Nr. 12	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1		16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	23.9	17.7	1.5	0.4	68.7	75.2		13.1	9.6	2.3	0.9	52.0	48.7
	1.0	25.6	19.9	1.5	0.5	77.0	74.6		15.4	9.2	2.6	1.4	55.1	53.9
	1.5	26.5	19.4	2.0	0.4	76.8	72.0		15.5	10.4	3.4	1.0	52.6	56.3
	2.0	19.4	12.8	0.8	0.3	66.9	72.4		16.9	11.3	3.6	1.8	52.4	51.0
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		L ₅	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4		21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	14.6	12.5	2.4	1.8	49.9	49.0		22.6	20.7	11.0	4.5	57.4	62.5
	1.0	16.0	12.9	3.2	1.8	51.9	52.6		23.9	18.7	11.6	3.9	64.5	63.6
	1.5	18.7	14.5	3.9	1.8	56.5	51.7		21.3	19.7	7.3	3.6	62.5	60.2
	2.0	16.1	12.5	2.6	1.8	51.2	54.7		23.8	19.3	11.4	4.2	61.7	63.2
Dur-alumin		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Silumin	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0		18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	17.7	14.9	2.7	1.4	66.9	73.4		19.2	14.9	9.0	6.1	52.5	42.3
	1.0	18.4	15.3	3.1	1.1	75.1	71.6		19.1	13.0	9.4	2.7	50.2	47.5
	1.5	18.9	11.7	3.7	0.9	77.5	72.9		19.2	13.5	11.7	3.0	54.9	47.8
	2.0	20.9	13.7	5.1	1.0	75.4	76.2		17.1	12.4	5.9	3.2	53.3	46.7

推奨することは出来ない。

(1) 沃素 (I₂) 多くの鹽化物がピンホールの除去に有効であると同様に沃化物も亦効果があるであらうと想像出来るがこの方は鹽化物に比較し一般に高價であるから本研究ではこれ等沃化物の代表的のものとしてその内で廉價な沃素を選びその効果の程度を窺ふこととした。尚この場合に限り沃素の使用量を合金の溶解量に對し 0.1, 0.3, 0.7, 1.0% とした。

Abb. 17 はこの場合の比重及びピンホール数の測定結果であつ

(k) 鹽化錫 (SnCl₂) 本劑是非常に廉價で又文献⁽²⁸⁾に依ると錫の微量を添加すると湯の流動性が良くなると稱せられてゐる。實驗の結果は Abb. 16 に示す通りで Y 合金, ラウタル及びジュラルミンには有効であるが他の合金には餘りよくない。又機械的性質も Zahlentafel 20 に依つて知り得る如く餘り著しくは改良されては居ないで今迄述べた各種フラックスと比較すると全體的に觀察してその効果は劣つてゐる如く考へられるので本劑も亦

てこれを見ると何れの合金の場合でも効果は相當良く、鹽化物の同量を加へた場合に比較して何等遜色がない。就中 Y 合金, L₅ 及びジュラルミンに對しては効果優秀で沃素の量を更に増加すれば尙一層著しく良好な結果を得るものと確信する。機械的性質も Zahlentafel 21 に記載の通り一般に改良され特に金型に於てジュラルミンの延伸率 12% を示すことは注目すべきことである。この系のものをフラックスとして用ひたことは未だ文献にもないので更に將來一層詳細な研究の餘地があると思ふ。

(27) Corson, Aluminium and its alloys, (1926), 32.

(28) Corson, " ("), 78.

Zahlentafel 20. Einfluß von SnCl_2 auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Nr. 12	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1		16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	25.6	17.9	2.0	0.4	77.6	74.2		16.6	11.4	3.8	1.9	51.6	46.9
	1.0	24.4	17.5	1.9	0.6	76.0	70.9		18.1	12.7	4.0	2.0	56.4	51.1
	1.5	26.7	18.8	2.0	0.6	79.8	68.9		18.6	11.8	5.9	1.9	53.2	58.4
	2.0	25.0	17.7	1.7	0.3	70.6	71.3		17.9	12.7	4.0	1.9	52.8	58.6
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		L ₅	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4		21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	15.8	11.8	5.0	2.1	45.8	42.6		20.7	16.2	8.9	3.6	60.5	57.6
	1.0	16.3	10.9	4.9	1.8	48.9	47.0		21.4	17.5	10.6	4.2	61.8	58.9
	1.5	15.6	11.8	4.0	2.3	46.3	44.3		21.5	17.0	12.3	3.8	64.4	64.7
	2.0	16.7	11.9	5.6	2.2	46.0	46.7		22.3	17.7	10.7	4.4	57.2	57.7
Dur- alumin		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Silumin	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0		18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	19.2	11.7	1.8	0.4	64.8	62.6		18.3	11.9	7.9	2.5	49.6	42.5
	1.0	18.2	12.9	1.2	0.4	61.7	62.4		17.2	11.3	9.2	2.0	46.1	38.1
	1.5	19.9	13.7	2.1	1.0	62.6	65.5		16.6	11.9	9.5	2.5	43.7	39.3
	2.0	20.0	13.3	2.4	1.1	60.5	64.7		16.8	12.0	5.9	3.0	45.8	39.6

Zahlentafel 21. Einfluß von I_2 auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		Nr. 12	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
FluBmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1		16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	22.4	18.2	1.4	1.2	79.6	80.8		15.6	11.3	3.2	1.6	57.5	57.8
	1.0	24.1	18.2	3.8	1.6	86.0	84.2		16.6	11.6	3.1	1.8	59.9	58.0
	1.5	25.3	18.9	3.8	1.2	89.8	80.0		17.9	10.1	3.7	1.8	64.0	56.7
	2.0	25.0	19.6	2.5	0.9	80.8	82.0		18.2	11.3	3.8	1.7	61.5	60.2
Lautal		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		L ₅	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
FluBmittel in %	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4		21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	14.6	12.6	3.2	1.8	49.2	50.0		19.3	17.9	5.2	3.6	61.6	61.8
	1.0	14.2	11.9	2.2	1.0	57.0	54.8		22.7	18.4	7.9	3.3	63.3	65.5
	1.5	16.6	13.1	2.9	1.8	54.6	55.3		24.1	20.2	12.0	4.0	62.3	65.5
	2.0	16.4	12.5	3.0	2.1	52.7	55.1		24.5	20.4	11.0	4.3	58.7	65.1
Dur- alumin		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)		Silumin	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
FluBmittel in %	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0		18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	15.2	12.0	11.1	2.0	54.6	60.1		21.1	15.6	14.0	7.6	46.6	39.1
	1.0	18.6	12.0	11.6	1.3	59.6	62.5		21.1	16.4	15.1	8.7	49.8	41.2
	1.5	20.6	12.0	11.8	0.8	61.9	61.4		20.3	16.1	12.0	5.8	50.1	40.9
	2.0	22.1	13.0	12.8	1.7	58.1	62.4		19.6	14.3	14.8	3.5	45.5	39.2

(m) 臭化カルシウム (CaBr_2) 臭化物も亦沃化物同様未だフラックスとして使用されたことを聞かない。一般に臭化物は低温で溶解するものが少いが臭化カルシウムは溶解点 730° , 沸騰点 806° で臭化物中では低い値を

な無水物を使用すれば或はフラックスとしての効果を期待出来るかも知れないが手数がかかる。機械的性質は Zahlentafel 22 に示す通りで何等フラックスとしての効能の見る可きものがない。

Abb. 17. Das Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit I_2).

有してゐるのでこれを代表的に選んだ。尚本剤は無水物を得ることが困難なので実験室内で極力脱水したものに付いて実験した。その結果 Abb. 18 から明らかな様に比重も上昇せず却つて低下するものもありピンホールの数も餘り減少せず要するに効力が少い。唯シルミンに對してのみ稍々良好な結果を與へるから完全

Abb. 18. Das Spezifisches Gewicht und Porenzahlen/cm² (mit CaBr₂).Zahlentafel 22. Einfluß von CaBr₂ auf die Mechanischen Eigenschaften.

Y.		Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)		Nr. 12	Zugfestigkeit (kg/mm ²)		Dehnung (%)		Härte (B. H.)	
		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.		K. G.	S. G.	K. G.	S. G.	K. G.	S. G.
Flußmittel in %	0	22.8	16.6	1.9	0.5	69.4	74.1		16.7	10.9	3.9	1.4	51.9	57.8
	0.5	20.6	15.8	1.8	0.4	60.4	59.7		14.0	9.4	2.6	1.3	50.6	48.8
	1.0	22.4	16.2	1.5	0.4	66.7	64.8		13.9	9.4	2.4	1.0	49.1	51.1
	1.5	21.8	14.9	1.4	0.3	63.2	69.9		16.6	11.0	3.7	1.2	52.7	51.2
	2.0	25.7	16.9	2.0	0.6	66.5	71.5		14.9	10.2	1.3	1.6	50.2	48.4
Lautal	0	14.7	12.6	3.5	1.8	45.7	55.4	L ₅	21.2	17.3	8.8	3.0	53.6	66.5
	0.5	16.5	11.5	4.0	1.6	48.8	49.1		23.1	15.8	11.8	3.2	51.9	58.7
	1.0	15.0	11.7	2.8	1.8	50.2	50.3		23.6	16.9	11.4	3.2	50.8	60.8
	1.5	16.5	11.1	4.0	1.2	46.9	50.8		20.4	15.6	6.6	2.2	48.8	58.2
	2.0	14.9	11.0	3.2	1.2	45.6	46.8		21.6	16.8	7.4	2.7	51.7	56.3
Duralumin	0	15.9	11.2	1.2	0.5	68.0	64.0	Silumin	18.0	12.3	5.5	2.2	48.9	44.9
	0.5	18.1	10.2	1.8	0.6	60.2	67.3		16.8	12.1	4.3	2.2	47.9	40.4
	1.0	16.3	12.0	1.7	0.6	63.7	58.9		19.5	12.7	14.0	2.8	47.1	44.0
	1.5	21.4	11.8	2.8	0.6	59.2	60.2		19.4	12.7	17.2	2.7	46.2	41.7
	2.0	21.1	10.7	3.0	0.6	62.6	62.8		19.5	13.4	15.6	3.4	45.1	38.2

Zahlentafel 23. Zusammenfassung.

		PbCl ₂	ZnCl ₂	AlCl ₃	S ₂ Cl ₂	PCl ₅	CdCl ₂	SbCl ₃	MgCl ₂	NiCl ₃	CrCl ₃	SnCl ₂	I ₂	CaBr ₂
Y	L	○	◎ _{1.5}	○	○	◎ _{1.0}	◎ _{1.5}	◎ _{1.0}	×	×	×	×	○	×
Nr. 12	L	○	◎ _{1.0}	×	×	◎ _{1.0}	◎ _{1.0}	○	×	×	×	×	×	×
Lautal	L	○	○	×	○	◎ _{2.0}	◎ _{1.0}	×	×	×	×	×	×	×
L ₅	L	○	×	×	○	○	○	○	×	◎ _{2.0}	×	○	○	×
Duralumin	L	○	○	○	○	◎ _{1.0}	◎ _{2.0}	○	×	○	×	○	○	×
Silumin	L	○	×	×	◎ _{2.0}	○	×	○	○	×	×	×	○	○

◎ sehr günstig. Ziffer unter dem Zeichen ◎ ist die Menge des Flußmittels, die am günstigsten ist.
 ○ günstig.
 × ungünstig.

IV. 總 括

輕合金用のフラックスとして望ましいのは同一の物で總ての合金を通じ非常に有効な作用を有するものがあれば一番結構であるが本研究の結果を通覧しても未だこの様な理想的のものは見出し得ない。然し個々の合金に就いては相當に効果を顯はすものがある。今各フラックスの各合金に對するピンホールの除去効果を總括的に示すと Zahlentafel 23 の通りになる。表中の◎印は効果が非常に顯著なもの、○印は中程度に良好なもの及び×印は効果が殆んどないか或は却つて不良なものを示す。尙◎印の下に記入した數字は最も優秀な効果を擧げるに必要なフラックスの量である。本表に依ると鹽化亞鉛、鹽化硫黃、五鹽化磷、鹽化カドミウム、鹽化アンチモン及び鹽化ニッケル等は相當優良な成績を與へる。就中五鹽化

磷、鹽化カドミウムは數種の合金に亘つてその効果が大きい。著者等はこれ等二種類づゝを混合したものに依つて Y 合金, No. 12 合金, ラウタル, L₅ 合金及びジュラルミンの五合金に共通して非常に優良な結果を齎すものと期待してゐる。尙シルミンは以上の五合金と趣を異にする爲除外しこれには當分鹽化硫黃を用ふることゝすればよいと思ふ。

次に各合金別にしてこれに最も優秀な効果を示すフラックスを 4 乃至 5 種づゝ選んでその時の比重とピンホールの數を相互に比較すると Abb. 19 及び Zahlentafel 24 に記載の通りになり又各鑄塊の断面を示せば Photo. 4~9 の如くなる。これ等に依りいづれのフラックスがどの合金に最も適當であるかを知り得る。尙本研

Abb. 19. s. Gewichte jeder Legierung mit mehreren effektvollen Flußmitteln.
(s. G. Maßstab : spezifisches Gewicht als Maßstab)

Photo 4. Fähigkeit der Flußmittel, Poren zu beseitigen, in Y Legierung.

- (1) ohne Flußmittel (3) CdCl_2 1.5%
(2) PCl_5 1.0% (4) SbCl_3 1.0%

Zahlentafel 24. Mehrere Effektvollen Flußmittel jeder Legierung.

Y. Leg.			
Flußmittel	%	Porenzahlen/cm ²	
		A	B
SbCl_3	0	5.7	3.1
CdCl_2	1.0	0	0
PCl_5	1.0	0.1	0
ZnCl_2	1.5	0.2	1.0

L ₅ Leg.			
Flußmittel	%	Porenzahlen/cm ²	
		A	B
NiCl_3	0	1.6	3.9
PCl_5	2.0	0	0
SbCl_3	1.0	0.3	0.8

Nr. 12 Leg.			
Flußmittel	%	Porenzahlen/cm ²	
		A	B
PCl_5	0	1.3	1.9
ZnCl_2	1	0	0.6
CdCl_2	2	0.1	0.1
PbCl_2	1	0.4	1.0

Duralumin			
Flußmittel	%	Porenzahlen/cm ²	
		A	B
PCl_5	0	11.1	12.0
CdCl_2	1	0	0
ZnCl_2	0.5	0.1	2.6
SbCl_3	1.5	1.3	2.0
PbCl_2	2.0	1.8	7.0

Lautal			
Flußmittel	%	Porenzahlen/cm ²	
		A	B
CdCl_2	0	9.7	6.8
PCl_5	1.0	0	0.5
ZnCl_2	2.0	0	0.8
PbCl_2	2.0	0.2	0.5
PbCl_2	2.0	1.8	4.0

Silumin			
Flußmittel	%	Porenzahlen/cm ²	
		A	B
S_2Cl_2	0	8.9	1.2
PbCl_2	2.0	0	0.3
I_2	2.0	0.2	1.8
SbCl_3	1.0	0.4	0.2
SbCl_3	2.0	0.6	0.2

Photo 5. Fähigkeit der Flußmittel, Poren zu beseitigen, in Nr.12 Legierung.

- (1) ohne Flußmittel (3) PCl_5 1.0%
(2) ZnCl_2 1.0% (4) CdCl_2 2.0%

Photo 6. Fähigkeit der Flußmittel, Poren zu beseitigen, in Lantal Legierung.

- (1) ohne Flußmittel (3) PCl_5 2%
(2) ZnCl_2 2% (4) CdCl_2 1%

Photo 8. Fähigkeit der Flußmittel Poren zu beseitigen, in Duralumin.

- (1) ohne Flußmittel (3) PCl_5 1%
(2) ZnCl_2 0.5% (4) CdCl_2 2%

Photo 7. Fähigkeit der Flußmittel Poren zu beseitigen, in L_5 Legierung.

- (1) ohne Flußmittel (3) CdCl_2 1.5%
(2) PCl_5 2% (4) NiCl_3 2.0%

Photo 9. Fähigkeit der Flußmittel Poren zu beseitigen, in Silumin.

- (1) ohne Flußmittel (3) S_2Cl_2 2%
(2) PbCl_2 2% (4) I_2 1%

ることを示され著者等の実験と一致し又後者も我々の結果と同様に何れの合金に對しても効果のなきことを明にされてゐる。次に AlCl_3 に就ては既に Rosenhain 氏に依り研究が行はれ又最近 Mann 氏に依つて推賞されてゐるが Rosenhain 氏の研究に示す様に効果特に顯著とは云ひ得ない。又 SnCl_2 の研究は未だ行はれたことはない様子であるが SnCl_4 (液體) に就ては伊丹博士が實驗をせられ餘り良好な結果を示してゐない。本研究では固體の SnCl_2 に就いて行つて見たが矢張顯著な効果がなかつた。更に SbCl_5 は一部分の合金に付き Sterner-Rainer に依つて行はれ又 Rosenhain 氏に依つて Y 合金に對して結晶の微細化作用があることが認められたが本研究でも SbCl_3 は Photo.3 に示す様に非常によく微細化作用が認められ TiCl_4 等に比較して決して劣つてゐないことを示す。その他のフラックス PbCl_2 , S_2Cl_2 , PCl_5 , SbCl_3 , CdCl_2 , NiCl_3 , CrCl_3 , SnCl_2 , I_2 及び CaBr_2 に就

究の中 ZnCl_2 及び MgCl_2 は既に伊丹博士に依つて實驗せられ前者は Y 合金及びジュラルミンに顯著な効果のあ

ては本研究で初めて實驗を試みたものであつて初めの五つは皆優秀な効果を示した。就中 S_2Cl_2 はシルミンに

PCl_5 は Y 合金, No. 12 合金, ラウタル及びジュラルミンに CdCl_2 は Y 合金, ラウタル及びジュラルミンに SbCl_3 は Y 合金に NiCl_3 は L_5 合金に對し特に効果顯著でこれ等は各々従來の研究に依るものに比較して勝るとも劣らざるものである。

又 I_2 も今回の研究に於てはその量を少量に制限した爲その効果顯著に表れなかつたが本實驗の結果から沃化物も相當有望なものと想像される。

V. 結 論

(i) 輕合金の代表的のもの六種類即ち Y 合金, No. 12 合金, ラウタル, L_5 合金, ジュラルミン及びシルミンに對し PbCl_2 , ZnCl_2 , AlCl_3 , S_2Cl_2 , PCl_5 , CdCl_2 , SbCl_3 , MgCl_2 , NiCl_3 , CrCl_3 , SnCl_2 , I_2 及び CaBr_2 の 13 種類のフラッ

クスに就いてピンホールを除去する能力を比重とピンホール數及びその機械的性質に依つて調査した。

(ii) その中 ZnCl_2 , MgCl_2 , AlCl_3 及び SbCl_3 等に就ては既に研究せられたものがありそれ等の結果と本研究の示す傾向と甚だよく一致してゐることは前第 IV 節に述べた處である。

(iii) PbCl_2 , S_2Cl_2 , PCl_5 , CdCl_2 , NiCl_3 , CrCl_3 , SnCl_2 , I_2 及び CaBr_2 に就ては本實驗で初めて研究をしたものでその各々についての性質を明かにした。

以上の實驗は海軍技術研究所で施行したものであつて本研究の發表を許可せられた海軍當局に對し深く感謝の意を捧げる。又終始本實驗に助力せられた中村直彦君の勞苦に御禮を申上ぐ。(終)

Y 合金の時効硬化に就て

西 村 秀 雄*

Hideo Nishimura: On the Age-hardening of Y-alloy, Y-alloy contains Cu 4%, Mg 1.5%, Ni 2% and Al remainder. It is heat-treated and used for piston and cylinder head of internal combustion engine. Its Age-hardening phenomenon is similar to that of 24 S-type super-duralumin. From the constitutional diagram of the Al-Cu-Mg-Ni system, the age-hardening of such an alloy as Y is explained by the precipitation of a ternary compound of Al-Cu-Mg system termed "S" by the author. It is ascertained by the change of dilatation of the quenched specimen on tempering. Si must not be contained in Y-alloy, for it is detrimental to its age-hardening. If Si is contained above a certain percentage, the equilibrium relation of the alloy is displaced to the domain, where S-compound does not separate from the Al-solid solution.

(Received July 20, 1938)

Y 合金と稱する合金は Cu 4%, Ni 2%, Mg 1.5%, Al 殘分の合金にして鑄造材或は鍛造材として内燃機關のピストン或はシリンダーヘッド等に廣く用ひられて居る。この合金は英國に於て研究せられ、ピストン材として優秀なる性質があるものとして發表せられて以來、我が國にてもピストン或はシリンダー蓋にはこの合金が主として使用せられて居る。併し Y 合金が如何なるものであるか、その基礎的研究は未だ完全に出來て居らない、又 Y 合金はこれを熱處理によつて硬化せしめるものであるがその焼入硬化の原因をも未だ確められて居らない。著者はピストン用アルミニウム合金の研究の基礎的研究の一端として先づ Y 合金に就て研究したのであるが、幸ひ超ジュラルミンの研究に附隨し金相學的にこの Y 合金の時効の原因を闡明せられるに至つたから、此處にこれを發表するものである。

Y 合金の金相學的研究

Y 合金は Cu 4%, Mg 1.5%, Ni 2%, Al 殘分と言ふ合金であるから、その金相學的の説明を與へるためには Al-Cu-Mg-Ni の 4 元系状態圖を研究して始めて明になるものである。この 4 元系は Al 側に於て Al-Cu-Mg, Al-Cu-Ni, Al-Mg-Ni の 3 元系から構成せられて居るから、これ等の 3 元系を研究してからでないといふこの Al 側の 4 元系状態圖も闡明しない。既に著者は Al-Cu-Mg 及び Al-Cu-Ni の Al 側の状態圖に就てはこれを研究して發表した。⁽¹⁾ 従つてこの Al 側の 4 元系状態圖もその大略を 2~3 の實驗からこれを知ることが出來たから Y 合金の時効に關聯して説明することにした。

Al を主體とせる Al-Cu-Mg 系合金の状態圖

これに就ては既に發表して居るから繰返して述べる必

* 京都帝國大學工學部。

(1) Al-Cu-Mg 系-本誌, 1 (1937), 8;
Al-Cu-Ni 系-水曜會誌, 5 (1928), 616,