研 究

熱処理によるニッケル—リン合金のカタサの変化†

呂 戊 辰*

Consideration on Effect of Hardness by Heat Treatment on Nickel-Phosphorus Deposits

Boshin RO*

It is observed that the hardness of nickel-phosphorus deposits varies by heat treatment. Nickel electrolytic deposits, nickel-phosphorus electrolytic deposits, nickel-phosphorus electroless deposits are obtained from many kinds of baths or various conditions, the hardness is measured and then is heat treated at 200°C, 400°C, and 600°C, for 1 hour. 87% nickel-13% phosphorus ingot is treated in the same way.

After heat treatment the hardness is measured and compared, and the relations between the hardness and phosphorus or hydrogen are observed.

1. Before heat treatment the hardness decreases in order of Ni-P electrolytic deposits, Ni-P electroless deposits, Ni-P ingot and Ni electrolytic deposits.

2. After heat treatment the hardness of Ni electrolytic deposits decreases as heat treatment temperature increases.

3. After heat treatment the hardness of Ni-P ingot is almost constant.

4. After heat treating at 400°C for 1 hour the hardness of Ni-P electrolytic deposits and Ni-P electroless deposits show the maximum values. Heat treatment at higher temperature decreases the hardness or even soften the deposits.

5. Contents of phosphorus do not affect directly on hardness, but contents of hydrogen do.

1. 緒 言

結晶学的考察をも試みた。

一般に、金属に熱処理を施すと、そのカタサが変化することは広く知られている。著者は、ニッケル—リン化学メッキ体、ニッケル—リン電気メッキ体、ニッケル電気メッキ体、ニッケル—リン (13% P, 残 Ni) インゴットに対し、200°C, 400°C, 600°C 1 hr の熱処理を施し、その変化を比較検討した。

1908年、N. Konstantinow 氏の作成したニッケル—リンの合金状態図 (第1図参照) によると、ニッケル中へのリンの溶解度はまだ明らかにされていないが、低融点共晶体においては、ニッケル固溶体と Ni_3P の2相の混合物であって、リンが11% のときにおける共晶温度は880°C となっている。ニッケル—リン化合物をX線回折すると Ni_3P はテトラゴナルで、ニッケルはキューブであるので、明らかに識別される。化学メッキではその析出物は非晶質である。

以上の性質を参考にして熱処理とカタサの関係および

2. 実験方法

2-1 素地の選択

本実験において、熱処理後のカタサの変化を検討するには素地が問題となる。つまり、熱処理したために素地のカタサが極端に低下または上昇しないことが必要である。またカタサは、メッキ層の厚さ、素地の平滑度に左右されるが、JIS規格によれば、硬度計圧子の刻点が対角線長の1.5倍以上であれば、素地の影響は考慮しなくてよいことになっている。本実験は最高温度 600°C までの熱処理を目的とするので、銅合金素地は軟化するため不適当である。ゆえに本実験の試料素地としては V. H. N.

第1図 ニッケル—リン合金平衡状態図

† 化学メッキに関する研究 (第1報)

* 武蔵工業大学生産機械工学科 (東京都世田谷区玉川等々力) Musashi Institute of Technology

300 前後の極軟鋼を用いた。大キサは 15mm×45mm と 20mm×50mm, 厚サ 0.5mm の 2 種類を使用した。

2—2 試料の記号および分類

まず、試料を 4 枚一組として同一条件でメッキし、各種温度で熱処理した後のカタサを測定した。その分類は次のとおりである。

試料 A: 熱処理温度 200°C

〃 B: 〃 400°C

〃 C: 〃 600°C

〃 D: メッキしたまま熱処理せず

すなわち同一試料で熱処理温度を変えることによって、メッキしたままの試料のカタサとの差を比較し検討した。

2—3 組織成分による分類

化学メッキと電気メッキにおける析出物を分析するとほぼリンの含有量は一定している。試料を次のとおりに分けた。

(1) 電気メッキ (ニッケル—リン)

a) 3% P 含有するもの 3 種類

b) 9% P 含有するもの 5 種類

(2) 化学メッキ (ニッケル—リン)

浴組成を異にしたもの 6 種類

(3) 一般電気メッキ

浴組成およびメッキ条件の異なったもの 8 種類

(4) ニッケル—リン合金

13% P を含有するもの 1 種類

2—4 浴の選定

本実験におけるメッキ浴は、すでに工業的に実用可能なものを選定した。

(1) 3%, 9% P を含む電気メッキの浴組成とメッキ条件は第 1, 2 表に示すとおりである。

(2) 化学メッキの浴組成とメッキ条件は第 3 表に示すとおりである。ただし本実験ではアルカリ浴は除外し実用的な酸性浴につき実験を行なった。

(3) 一般電気メッキ浴組成とメッキ条件

(a) コバルト系浴

硫酸ニッケル	240 g/l	温度	55~60°C
塩化ニッケル	45 "	pH	4.0~4.2
ホウ酸	30 "	D _K	3~8 A/dm ²
硫酸コバルト	15 "		
ホルマリン	2.5 "		
シュウ酸ニッケル	45 "		

(b) 冷 浴

硫酸ニッケル	150 g/l	温度	常温
塩化アンモン	15 "	pH	5.8~6.2
ホウ酸	15 "	D _K	0.8~1 A/dm ²

(c) 硬質浴

硫酸ニッケル	180 g/l	温度	50~60°C
塩化アンモン	25 "	pH	5.6~5.9
ホウ酸	30 "	D _K	3~6 A/dm ²

(d) 全塩化浴

塩化ニッケル	300 g/l	温度	50~60°C
ホウ酸	30 "	pH	2.0
		D _K	3~8 A/dm ²

(e) 電鍍浴

硫酸ニッケル	68 g/l	温度	32°C
塩化アンモン	4.3 "	pH	5.6~6.0
		D _K	1~2 A/dm ²

(f) ワット浴 (High pH)

硫酸ニッケル	240 g/l	温度	45~55°C
塩化ニッケル	45 "	pH	4.5~6.0
ホウ酸	30 "	D _K	2~8 A/dm ²

(g) ワット浴 (Low pH)

硫酸ニッケル	330 g/l	温度	45~55°C
塩化ニッケル	45 "	pH	1.5~4.5
ホウ酸	38 "	D _K	2~8 A/dm ²

(h) 塩化物—硫酸系浴

塩化ニッケル	300 g/l	温度	50~60°C
硫酸ニッケル	150 "	pH	2~3
ホウ酸	30 "	D _K	3~8 A/dm ²

2—5 メッキ前後処理

カタサの測定試料としての条件は表面が平滑で光沢があることが望ましい。本実験は試料の素地を 320 番のエメリーで研磨し、さらにバフ仕上げを実施した。

バフ仕上げ後は研磨剤を除去するために脱脂を実施する。脱脂を十分に行なわないと密着不良となって測定の際に不正確となる。また熱処理の時にフクレを生じることがある。したがって工程としては、脱脂→水洗→酸洗→水洗→中和→水洗→メッキなどの工程を経る。

これは電気メッキ、化学メッキにおいても同様である。なおメッキ後は十分に水洗し、中和→水洗して乾燥後、デシケーター中に保存する。

2—6 試料の熱処理

熱処理をするに当たり、まず温度と時間および雰囲気を考慮しなければならない。

温度としては、200°C, 400°C, 600°C の 3 段階について実施し、時間は 1 hr 処理した後炉中冷却した。

雰囲気については、ニッケルおよびその合金は、比較的耐熱性を有するが、空気中で長時間ある温度で加熱すると、表面に厚い酸化皮膜を生成するので、その表面のカタサを測定する際不正確となる。特に本実験は 600°C までの温度で熱処理するため、ニッケルおよびその合金にたいし、加熱炉中の雰囲気が不活性であることは重要なので窒素ガスを使用した。その全体の装置は第 2 図に

第2図 熱処理装置説明図

示すとおりである。

試料は炉中の温度が所定の温度に達してから炉の中央部に入れ、しかるのちに窒素ガスを徐々に炉中へ送り込み、空気と窒素ガスが炉内で完全に置換される時期を見計し、窒素ガスの圧力を高め、大気中より空気の逆流を防ぐようにゴム風船でこれを調整するようにし、常に試料を不活性な雰囲気中において所定の温度で熱処理するようにした。

この装置で炭酸ガスも使用してみたが、窒素ガスの方がよいことがわかった。

2-7 カタサ測定法

硬度測定には微小硬度計を使用した。現在微小硬度計

のカタサの数値は、製造会社によって多少差があって、補正を必要とする場合がある。本実験は寺沢式微小硬度計を使用した。荷重の選定については、試料の状態により当然考慮しなければならないが、JIS規格によると素地が表面皮膜よりやわらかい、表面皮膜の最小厚さを圧子刻点のクボミの対角線の長さ(d)の1.5倍以上、またクボミ深さ(h)の10倍以上あればよいことになっている。本実験における試料の素地は極軟鋼で、その表面に20~30 μ のニッケルまたはニッケル合金がメッキされてあるので、素地における影響はないものとし、各種試料にたいし、カタサ測定を行なった。測定回数はJIS規格により5回とし、その平均値をとる。測定箇所は任意であるが、化学メッキの試料は割合に均一にメッキされるのにたいし、電気メッキは「ツキマワリ」の関係があるので、全て試料の中央部とした。測定時間はJIS規格の30 secとした。

3. 実験結果および考察

3-1 電気メッキ

まず電気メッキにおける3%, 9% Pを含む試料について検討した。

3-1-1 3% Pを含む合金

第1表は3% Pを含む電気メッキのカタサ測定の結果である。メッキ条件の電流密度は2, 4, 5 A/dm²とした。A: 200°C, B: 400°C, C: 600°C, D: そのままである。

第3図は同一メッキ条件で熱処理温度を異にしたカタサの比較である。メッキ条件を2 A/dm²とし、何ら処理を行なわないもののカタサは平均して512である。これを200°C 1 hr 熱処理すると684まで上昇する。さら

第1表 ニッケル電気メッキ (3% Pを含む合金)

試料の種類	浴とカタサ	浴組成およびメッキ条件				カタサ測定回数および平均カタサ (VHN)					
		浴組成	°C	pH	A/dm ²	1	2	3	4	5	平均カタサ
VI	A					673	657	724	657	707	684
	B	NiCl ₂ ·6H ₂ O	2	85	2	946	762	946	1098	1003	951
	C	40 g/l		}		464	464	503	483	483	479
	D	NiSO ₄ ·7H ₂ O		90		548	464	572	464	514	512
VII	A	160 g/l				803	707	657	707	673	709
	B	NiCO ₃			4	894	974	946	1003	946	952
	C	20 g/l				274	333	327	333	345	322
	D	H ₃ PO ₄				689	599	642	689	599	643
VIII	A	50 g/l				782	707	689	673	724	713
	B	H ₃ PO ₃			5	946	920	974	920	920	940
	C	44 g/l				345	376	322	370	383	359
	D					724	657	707	642	642	674

第3図 熱処理温度に対するカタサの変化 (3% P ニッケル合金電気メッキ)

第4図 熱処理温度に対するカタサの変化 (3% P ニッケル合金電気メッキの熱処理温度とカタサの関係, また、電流密度の相違によるカタサの比較)

に 400°C 1 hr で熱処理すると 951 に上昇してカタサは最高となる。次に 600°C 1 hr で熱処理すると 479 に低下し、メッキしたままのものよりいくらか軟化する。4 A/dm², 5 A/dm² のものについても同様な結果が得られている。

これらの結果をさらに温度、カタサ、電流密度などの相互関係につき比較検討すると第4図に示されるようになる。すなわち、電流密度が低いほどカタサが低い。この原因をリンの析出量の差異によるものと考えたが、リンを分析した結果、電流密度の差異によるリンの析出量はあまり大差がない。これは電流密度を高くするにつれ

て浴中の水素の発生が増加し、これが析出物に吸蔵されるためであろうと考えられる。これは熱処理

後のカタサ測定で明らかにその結果と一致している。

すなわち 200°C で熱処理した際、電流密度による硬度の差異はあまり認められないが、400°C における熱処理では低電流密度の方がカタサが高くなっている。さらに 600°C で熱処理すると、高電流密度の方が遙かに低下している。これは析出物中の水素の放出と表面のニッケ

第2表 ニッケル電気メッキ (9% P を含む合金)

浴と カタサ 試料の分類		浴 組 成 お よ び メ ッ キ 条 件				カタサ測定回数および平均カタサ (VHN)					
		浴 組 成	°C	pH	A/dm ²	1	2	3	4	5	平 均 カタサ
I	A	NiCl ₂ ·6H ₂ O 40 g/l NiSO ₄ ·7H ₂ O 160 g/l	85 } } 90	0.5 } } 1.5	1	724	657	689	657	707	685
	B					1098	1288	1098	1064	1098	1109
	C					974	870	894	920	1003	932
	D					572	599	585	642	599	598
II	A	NiCO ₃ 40 g/l H ₃ PO ₄ 50 g/l			1.5	657	624	642	657	673	651
	B					1098	1098	1064	1003	1098	1072
	C					974	1033	974	1064	1206	1050
	D					585	572	525	599	599	576
III	A	H ₃ PO ₃ 44 g/l			2	548	642	657	642	613	625
	B					1003	946	1003	974	1064	998
	C					762	847	743	782	724	751
	D					572	560	525	599	585	568
IV	A				4	585	599	642	624	624	615
	B					1064	1033	1033	946	974	998
	C					707	724	724	803	743	740
	D					599	572	525	503	503	540
V	A				5	572	624	613	624	585	604
	B					1033	1168	1003	446	1033	1031
	C					599	689	642	627	642	640
	D					599	572	560	572	548	570

第5図 熱処理温度に対するカタサの変化(9% P ニッケル合金電気メッキの熱処理温度とカタサの関係、また、電流密度の相違によるカタサの比較)
さらに9% すなわちニッケルーリン合金状態図で示される11% の共晶点まで増加して実験すべきであるが、そ

ルーリン合金の一部のリンが高温のために燃焼分解してしまうためと考えられる。
総括的に3% Pを含む試料における熱処理後のカタサは400°C、1 hr 熱処理したものがもっとも高いことと、600°C 以上の温度ではカタサがいちじるしく低下することが判った。

3—1—2 9% P を含む合金
3% P を含む合金を

の工業的実用範囲は9% が限界で、9% 以上になるともろくなり工業的価値はほとんどないので、本実験は9% を限度とした。第2表は電気メッキにおける9% Pを含む合金の熱処理後のカタサ測定における平均値を示す。第5図は各種温度と電流密度を異にした試料の熱処理後のカタサの関係を示したものである。

この結果によると、9% P を含む合金のカタサは3% のそれと比して上昇している。温度においては、やはり400°C がもっともカタサが高く、600°C の熱処理によるカタサの低下は3% のもののほどいじりしくなく、メッキしたままとほぼ同じである。

第5図は電流密度による熱処理後のカタサの比較である。つまり電流密度を1~5 A/dm² まで拡大して試料を製作した。この結果によると9% P を含むメッキ浴においてはあまり差異がない。これを各試料についての熱処理後のカタサの変化をみると、やはり低電流密度の方がカタサが上昇している。この現象は3% P を含む合金と全く同様である。600°C 熱処理におけるカタサの低下

第3表 化学メッキ

浴と カタサ		浴組成およびメッキ条件		カタサ測定回数および平均カタサ (VHN)						
試料の分類		浴 組 成	°C	pH	1	2	3	4	5	平均カタサ
I	A	NiCl ₂ ・6H ₂ O 30g/l	95	4.2	351	333	351	302	339	335
	B	NaH ₂ PO ₂ 10g/l			724	599	572	437	548	566
	C	Na-Citrate 15g/l			274	413	333	383	390	358
	D				302	274	333	266	274	290
II	A	NiCl ₂ ・6H ₂ O 30g/l		4.2	279	287	292	302	292	290
	B				317	413	345	446	370	398
	C	NaH ₂ PO ₂ 10g/l			262	274	279	274	258	269
	D				240	254	254	237	254	248
III	A	NiCl ₂ ・6H ₂ O 30g/l		4.2	503	493	473	514	503	497
	B	NaH ₂ PO ₂ 10g/l			657	642	525	585	483	578
	C	Na-Citrate 15g/l			279	279	351	297	240	289
	D	Na-Ac 5g/l			525	483	327	455	446	447
IV	A	NiCl ₂ ・6H ₂ O 30g/l		4.6	624	613	585	585	572	596
	B	NaH ₂ PO ₂ 10g/l		}	1003	946	974	974	946	968
	C	Na-Ac 10g/l		4.8	493	464	548	464	548	503
	D				572	572	548	560	525	555
V	A	NiCl ₂ ・6H ₂ O 30g/l		4.2	525	503	483	514	503	505
	B	NaH ₂ PO ₂ 10g/l			762	847	946	1098	762	899
	C	CH ₂ OH・COOH			390	311	446	390	376	382
	D	25g/l			464	464	455	464	455	460
VI	A	NiCl ₂ ・6H ₂ O 20g/l	95	4.6	383	363	421	345	363	375
	B	NaH ₂ PO ₂ 2~3g/l		}	464	464	383	397	390	419
	C	CH ₃ ・CHOH・ COOH 2.7g/l		4.8	283	297	322	311	322	311
	D	C ₂ H ₅ COOH 0.2g/l			322	311	311	322	345	322

第6図 熱処理温度に対するカタサの変化（化学メッキの熱処理温度とカタサの関係，また，浴組成の相違によるカタサの比較）

第7図 熱処理温度に対するカタサの変化（ニッケル電気メッキの熱処理温度とカタサの関係，また浴組成の相違によるカタサの比較）

第8図 熱処理温度に対するカタサの変化（ニッケル—リン合金インゴット）

が3%のそれよりもいちじるしくないのは、9% Pを含む合金の方が表面層において3%のものに比較してリンが豊富であるから、同一時間の熱処理では3%の方のリンの損失率の方が9%のもののリンの損失よりも大きいためであると考えられる。

3-2 化学メッキ

本実験における化学メッキのリンの含有量は2.7~3.4%のものが使用された。

第3表は各種浴における析出物の熱処理後におけるカタサを測定した平均値である。

この結果によると、析出のままのカタサは電気メッキに比較して低いことがわかった。

また、熱処理後のカタサを第6図について検討すると、いずれも熱処理によってカタサは上昇している。ただ400°C以上の熱処理においては、析出したときのカタサが低いせいか、いずれも低く示されている。

さらに、各種浴のカタサを比較すると、前述のとおり浴中のニッケル陽イオンと次亜リン酸陰イオンの比率が0.4~1.6 (mol比)にある浴がもっともよい結果を示している。第6図のIV, Vがこれを顕著に示している。

なお、これら各種浴のpHとカタサの関係を比較すると、pHの低い浴ほどカタサが低いこともわかった。

3-3 一般電気メッキ

一般電気メッキの各種浴における析出物のカタサの測定結果は第3表に示される。

この結果からみて、浴の種類によってカタサがそれぞれ異なっている。これをさらに熱処理すると第7図に示される結果となる。すなわち、400°Cの温度範囲ではカタサは徐々に軟化し、600°Cになると急激に低下する。

この原因は、電気メッキであるためにその析出物の純度が高く、熱処理してもカタサの変化を与える因子がなく、かえってメッキしたままのメッキ体中の水素が放出

され、かつ熱処理したために結晶が微細化したものと考えられる。これら各種浴からの析出物のカタサを測定し、浴別に比較したものが第7図に示されるとおりである。

すなわち、コバルト浴がもっともカタサが高く、次に電鍍浴、ワット高pH浴などの順になっていたものを熱処理すると、この順序が全く逆になる。すなわち電鍍浴、コバルト系冷浴、塩化物浴、カタサ浴の順になる。この結果は全く予想外であったが、結果的にpHと電流密度に関係するものと考えられる。すなわちpHが適当で、電流密度の低い浴ほどカタサが高いことがわかった。

総括的には、一般電気メッキは熱処理してもカタサは上昇しない。むしろメッキしたままの方がカタサが高いという結果を得た。

3-4 合金 (87% Ni-13% P)

Konstantinow氏の作成したニッケル—リン合金の2元合金状態図に基づいて合金を作った。

リンは高温になると燃焼するので、溶融したニッケル中へはなかなか入りにくいので、母合金の方式を採用した。後で分析して大体12~13%前後になった合金を試料として用いた。そのカタサ測定の結果は第5表、第8図に示される。

合金としてのカタサは、電気メッキ、化学メッキ、または一般ニッケルメッキに比較して高く、これを熱処理すると、あまり急激なカタサの変化が認められない。600°Cにおける熱処理後も、電気メッキ、化学メッキに見られるようないちじるしい硬度の低下は見られない。

このことは、電気メッキ、化学メッキにおけるような水素の吸蔵がなく、また合金としてリンの含有量が十分なため、熱処理によるリンの燃焼率が小さいために影響が少ないからであろうと考えられる。

結果的に、金属元素を溶融して作ったニッケル-リン合金のカタサは、熱処理してもあまりカタサの変化を示さないことがわかった。

4. 結 言

各種方法による析出物のカタサの比較結果をまとめると第9図のようになる。

すなわち、電気ニッケル-リンメッキ、化学メッキ、

ニッケル-リン・インゴット、一般電気メッキの順になっている。

電気メッキの9% Pを含む合金は400℃の熱処理で、カタサ 1000 以上、すなわちメッキしたままのものに比較して倍以上のカタサを示す。

次に化学メッキ3% Pを含む合金などはほぼ同一結果を示している。しかしインゴットは熱処理によるカタサの変化はあまり見られない。

第4表 ニ ッ ケ ル 電 気 メ ッ キ

浴と カタサ 試料の分類	浴 組 成 お よ び メ ッ キ 条 件					カタサ測定回数および平均カタサ (VHN)					
	浴 組 成	℃	pH	A/dm ²		1	2	3	4	5	平 均 カタサ
a. コバルト系浴	A	NiSO ₄ 240g/l	55	4.0	3						
		NiCl ₂ 45g/l	}	}	}						
	B	H ₃ BO ₃ 30g/l	60	4.2	8	274	292	297	274	279	283
	C	COSO ₄ 15g/l				155	140	146	149	140	146
	D	HCHO 2.5g/l (HCOO) ₂ Ni 45g/l				548	514	548	642	572	564
b. 冷 浴	A	NH ₄ Cl 15g/l		5.8	0.8						
	B	NiSO ₄ 150g/l	常温	}	}	473	473	455	514	464	476
	C	H ₃ BO ₃ 15g/l		6.2	1.0	143	136	145	142	155	144
	D					421	464	405	421	421	426
c. 硬 質 浴	A	NiSO ₄ 180g/l	50	5.6	3						
	B	NH ₄ Cl 25g/l	}	}	}	283	333	287	333	283	304
	C	H ₃ BO ₃ 30g/l	60	5.9	6	151	140	142	157	126	143
	D					333	383	333	346	322	343
d. 全 塩 化 浴	A	NiCl ₂ 300g/l	50		3						
	B	H ₃ BO ₃ 30g/l	}	2.0	}	429	413	424	405	405	415
	C		60		8	274	311	283	254	292	283
	D					327	345	347	333	311	332
e. 電 鍍 浴	A	NiSO ₄ 68g/l		5.6	1						
	B	NH ₄ Cl 43g/l	32	}	}	464	464	548	572	464	502
	C			6.0	2	209	201	190	237	221	212
	D					464	455	413	473	455	453
f. Watt's 高 pH 浴	A	NiSO ₄ 240g/l	45	4.5	2						
	B	NiCl ₂ 45g/l	}	}	}	421	405	421	390	421	411
	C	N ₃ BO ₃ 30g/l	55	6.0	8	254	262	254	254	254	255
	D					455	383	390	390	383	400
g. Watt's 低 pH 浴	A	NiSO ₄ 330g/l	45	1.5	2						
	B	NiCl ₂ 45g/l	}	}	}	351	283	317	322	322	319
	C	H ₃ BO ₃ 38g/l	55	4.5	8	233	251	237	240	240	240
	D					237	243	243	283	283	258
h. 塩 化 物 一 硫 酸 系 浴	A										
	B					357	351	317	322	363	342
	C					270	251	206	251	247	245
	D					327	327	376	322	339	338

第9図 熱処理温度とカタサの関係の比較

一般ニッケル電気メッキは熱処理するほどカタサが低下することが明らかにされた。

以上の諸結果から古くからいわれている硬質クロムメッキのカタサに対し、ニッケル—リン合金のカタサはメッキしたままでは硬質ニッケルメッキより高く、さらに熱処理すると硬質クロムメッキよりも高いカタサが得られることが明らか

第5表 ニッケル—リン合金

	カタサ測定回数および平均カタサ (VHN)					
	1	2	3	4	5	平均カタサ
A	824	762	847	742	762	787
インゴッド B	766	841	752	766	857	796
C	644	825	857	766	766	771
(13%P content) D	841	781	841	825	891	836

にされた。各金属のカタサの比較は第6表のようになる。

もちろん、熱処理という面倒な工程を得なければならぬが、その用途によっては、硬質クロムメッキより有利な場合がある。たとえば著者の考案したピストンリングの用途においては、硬質クロムメッキの及ばないところである。また、化学メッキで得られる析出物はピンホールがなく、耐食性が優れており、メッキの操作が容易

であることも特徴の一つである。

結果的には、その用途によっては今後かなり利用価値があるものと考えられる。

本研究は硬化クロムKK、大森クロムKKの援助によるものであることを付記する。

(1960.1.27受理)

文 献

Brenner, A. J. Research, N. B. S., 46, 126 (1951)

第6表 各金属のカタサの比較

	VHN	実験測定結果 load=25gr
Kanigen (heat treated)	-1100-	9% Palloy electro-deposited Ni (heat treated 400°C)
Hard Chrome	-1000-	3% Palloy electro-deposited Ni (heat treated 400°C) Electro Less Plating (heattreated 400°C)
Hard Facing alloy	- 900-	9% Palloy electro-deposited Ni (heat treated 600°C)
	- 800-	
Marten site	- 700-	3% Palloy electro-deposited Ni (as deposited)
Tool steel (hardened)	- 600-	9% Palloy electro-deposited Ni (as deposited) Electroless Plating (as deposited)
Kanigen (as deposited) Stel lite	- 500-	Electroless Plating (heat treated 600°C)
Sorbite	- 400-	3% Palloy electro-deposited (heat treated 600°C)
Tool steel (annealed) Duriton Monel metal	- 300-	
Cast iron, Niresist Stainless steel Nickel	- 200-	
Mild steel, Bronze Soft copper Aluminum	-1 00-	

※ Kanigen Plating と Electroless Plating とは全く同じものである。