めっき磁気ディスク媒体用無電解 Co-Ni-P めっき浴の開発

後藤 文男*, 菅沼 葉二*, 逢坂 哲彌**

Electroless Co-Ni-P Plating Bath Development for Magnetic Disk Media Plating

Fumio GOTO*, Yoji SUGANUMA*, Tetsuya OSAKA**

An electroless Co-Ni-P plating bath has been developed for obtaining high density magnetic thin film disk media from the following viewpoint: plating bath control technique for mass production and the plated magnetic disk media stability. Magnetic thin films, plated from the developed ammonia-alkaline malonate-malate-succinate bath (A-MMS bath), have high coercivity ($H_c=500\sim 700$ Oe) and high squareness ($Br\cdot Bs^{-1}\geq 0.80$ and $S^*\geq 0.83$). The magnetic film coercivity was highly uniform, standard deviation of H_c in one disk surface, $\sigma n=6.8$ Oe. It was found that metal ion impurities in the bath influence the magnetic properties reproducibility and bath stability in mass production. Thus, the mass production of magnetic disk was carried out by controlling the impurities in the bath. Variations in magnetic properties, for disk media plated from A-MMS bath, with variations in time, temperature and heat treatment, were investigated. Consequently, the magnetic disk media obtained from A-MMS bath were confirmed to have adequate stability for practical use.

1. はじめに

磁気ディスク装置は、ファイル記憶装置としてコンピュータシステムでの重要性が年々高まりつつあり、高速大容量化、小型低価格化を目指しより一層の高記録密度化が求められている。それに応えるべく、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 塗布型ディスクにおいて媒体の薄膜化、表面の平滑化および媒体粒子の高配向化によってその改良がなされてきた。しかし、従来の媒体ではこれら高密度化技術が限界に近

づき、その結果高密度化特性が比較的簡単に得られるめっき技術による金属薄膜媒体あるいは蒸着、スパッタ技術によるフェライト薄膜媒体を有する薄膜磁気ディスクが実用化の段階に入ってきた。

めっき技術を用いためっき磁気ディスクは早くから高密度ディスクとして注目を集め、精力的に研究開発が進められてきたが、めっきディスクのヘッドに対する耐クラッシュ性およびエラー特性などの信頼性、さらに良好な品質のめっき磁性薄膜が安定に得られる製造プロセス等の課題が未解決のために本格的にデジタルディスクメモリーとして使用されるに至らなかった。

筆者らは、これらの問題点の解決に取り組み、高密度で十分実用に供し得るめっき磁気ディスクの基礎製作技術を確立した¹⁾。めっき磁気ディスク実用化の最大の課題は耐摩耗性および耐候性に優れた保護膜の開発であったが^{2)~5)}、めっき磁気ディスクのもう一つの主要構成要素であり高密度記録を担う役割をもつ磁性薄膜の開発⁶⁾はこれに次いで重要である。本報では高密度ディスク媒体(記録密度20,000BPI以上)に必要な特性の磁性薄膜を安定に作成しうる無電解めっき浴の開発結果について、めっき浴の開発、めっき浴の管理方法およびめっき媒体の安定性の点からまとめて報告する。

2. 実験方法

めっき磁気ディスクは、外径14あるいは8インチのドーナツ状アルミ合金円板上に無電解 Ni-P 層をめっきし鏡面研磨した基板(Ni-P 層膜厚25 μm)に表1に示す無電解めっき浴を用いてCo-Ni-P 磁性膜を0.05~0.08 μm めっきし、その上にSiO₂系保護膜0.08 μm をスピン塗布

Table 1 Optimum composition concentration for electroless Co-Ni-P plating bath.

Constituent	Sutable range M $\cdot$ l ⁻¹	Optimum range M $\cdot$ l ⁻¹
CoSO ₄ ·7H ₂ O	0.045~0.08	0.06
NiSO ₄ ·7H ₂ O	0.020~0.055	0.04
NaH ₂ PO ₃ ·H ₂ O	0.1 ~0.3	0.2
(NH ₄) ₂ SO ₄	0.05 ~0.6	0.1
sodium malonate	0.2 ~0.6	0.3
sodium malate	0.2 ~0.6	0.4
sodium succinate	0.3 ~0.7	0.5

bath temperature 75~85°C, bath pH 8.9~9.3

* 日本電気株式会社マイクロエレクトロニクス研究所
(〒213 川崎市宮前区宮崎4-1-1)
Microelectronics Research Lab., Nippon Electric Co. Ltd.(1-1, Miyazaki-4chome, Miyamae-ku, Kawasaki-shi 213)

**早稲田大学理工学部応用化学科(〒160 新宿区大久保3-4-1)
Department of Applied Chemistry, School of Science and Engineering, Waseda University
(4-1, Okubo-3chome, Shinjuku-ku, Tokyo 160)

Table 2 Bath condition and bath life for several electroless Co-Ni-P plating baths and magnetic properties, surface condition, and uniformity of coercivity of magnetic films plated by several baths.

Bath type	Complexing agents	Bath condition	Bath life	Magnetic properties		Surface condition	Uniformity of Hc	
				Hc/Oe	Br·Bs ⁻¹		Hc/Oe	$\sigma n/Oe$
C-T	tartrate	×	×	medium	○	○	400	22.4
A-T	tartrate	○	△	medium	×	×	—	—
A-MA	{malonate acetate	△	△	medium	×	×	—	—
A-MG	{malonate glutamate	×	○	high or medium	○	×	539	36.1
A-MM	{malonate malate	○	△	medium or high	△	×	574	44.4
		○	○		△	○	813	16.3
A-MS	{malate succinate	○	○	low	○	○	368	10.2
A-MMS	{malonate malate succinate	○	○	medium	○	○	590	6.8
Reference data : Plated disk marketed by Ampex Co., U. S. A.							511	29.9

○ : excellent condition, △ : somewhat worse condition, × : worst condition

後 200°C で焼成処理して作成した¹⁾。表 1 で硫酸コバルトおよび硫酸ニッケルは還元析出される金属の塩、次亜リン酸ナトリウムは還元剤、硫酸アンモニウムは pH 緩衝剤²⁾、マロン酸ナトリウム、リンゴ酸ナトリウムおよびコハク酸ナトリウムは Co イオンおよび Ni イオンの錯化剤として加えた²⁾。浴の pH はアンモニア水で所定値に調製した。磁性薄膜のめっきは容積 1dm³ のめっき槽にて行なった。各種めっき浴組成の検討はビーカー実験で行なったが、その際 10mm×20mm に切断した試作ディスクと同一の基板を用いてはほぼ同じ浴比（浴容積/素地面積）でめっきを行なった。めっき膜厚はめっき前後の重量変化または触針式膜厚計（タリスステップ）による基板との段差測定より求め、磁気特性は振動試料式磁力計によって測定した。めっき浴に使用した薬品の

不純物の同定および定量は定性分光分析および原子吸光度法によって行なった。

3. 結果と考察

3-1 磁性媒体めっき浴の開発

従来の塗布ディスクに比較して磁気ディスク媒体の高記録密度化のためには、媒体の薄膜化、高保磁力化、高角形比化および薄膜化に伴う出力の低下を補うための高残留磁束密度化が必要となる。無電解めっき法では、これらの条件を兼ね備えた Co 合金磁性膜を均一膜厚にて一括多量生産することができるとして早くから研究されてきたが^{7),8)}、製造条件が微妙で磁気特性の制御が困難な上に薬剤収支バランスの調整が複雑であり、また浴の長期安定性の問題などの点で浴管理面に難点があり実用上の障壁となっていた。著者らは浴の良否を左右する鍵は適切な錯化剤の選定にあると考え、各種錯化剤の比較検討を行なった。従来より代表的な無電解めっき浴としてカセアルカリまたはアンモニアアルカリのクエン酸浴または酒石酸浴が知られているが、このうちクエン酸を錯化剤とする浴ではビーカー実験での予備検討において磁気特性の安定な範囲が狭く目的とする Hc が得られなかったためディスク試作は試みなかった。今回検討した浴の代表例を表 2 に示す。浴の種類はカセアルカリ(C)またはアンモニアアルカリ(A)と各錯化剤の頭文字で表示した。各種浴について、得られる磁性膜の保磁力(Hc)、角形性(Br/Bs および S*^{注3)}、めっき膜の表面状態、浴寿命、浴状態および試作ディスク同一面内の Hc の一様性を比較因子とした。浴の安定性の判定は建浴後一週間経

注 1) 硫酸は錯化剤として作用することも考えられるが、今回開発した A-MMS 浴では硫酸を低濃度で用いるほうが好ましい結果を得たため、この場合錯化剤としてよりも pH 緩衝剤としての意味が大きいと考えられる。

注 2) 通常の検討においては市販の試薬特級薬品を用いたが、3-2 項で述べる不純物管理を行う場合には本実験で得られた不純物濃度に基づく指定規格薬品を使用した。

注 3) S*(Coercive squareness) とは、磁化曲線の Hc 点での接線と、磁化曲線の -Br 点を通る x 軸に平行な直線との交点の値を Hc で割った値であり、Hc 点における磁化曲線の傾きを表現している。

過しても浴分解が起こらず、槽壁に析出物が発生しないかどうかで行い、浴状態は浴中に浮遊物が発生しないも

Fig. 1 Distribution of coercivity on one surface of disk media.

Fig. 2 Effect of the bath pH on coercivity of disk media.

のを安定とした。C-T 浴は磁気特性は良いが、長時間使用後めっき浴の液面および液中に浮遊物を生じ浴寿命が短い。A-T 浴および A-MA 浴では浴寿命が改善されるが、磁気特性が劣る。A-MG 浴は浴寿命は長い、長時間使用により浴に浮遊物を生じ、かつめっき膜の一樣性と Hc の再現性に難点がある。A-MM 浴と A-MS 浴では各項目とも良好であるが、Hc が目的とする値よりも大きすぎたりまたは小さすぎたりして適当な値の Hc で良好な浴が得られなかった。これら 2 つの浴では磁気特性を除く他の条件は全て満たしていたため、両浴を混合することにより他の条件を損なうことなく Hc を目的とする値に近づけることができることを見出した。マロン酸ナトリウムは Co に対して、リンゴ酸ナトリウムは Ni に対して有効な錯化剤として作用し、更にコハク酸ナトリウムは Ni に対して促進剤として作用しているのではないかと考えられ、A-MM 浴および A-MS 浴に用いたこれら錯化剤を組み合わせその組成を検討することにより最適浴として A-MMS 浴が得られた。使用に適した組成範囲と $H_c \approx 600 \text{ Oe}$ を得るに最適な浴組成およびめっき条件は表 1 に示す通りである。前述の各種浴のうち代表例として C-T 浴と A-MMS 浴について、試作ディスク同一面内の Hc の分布を比較した。すなわちディスクを 6 等分し、各半径 7 個所づつ計 42 個所の Hc を測定した結果を図 1 に示す。C-T 浴では各半径位置において 20~30 Oe 程度の Hc のバラツキがあり、外周ではさらにそれが大きくなっているが、A-MMS 浴では内周から外周まで均一な Hc が得られ、同一面内の保磁力平均値 $\bar{H}_c = 590 \text{ Oe}$ 、保磁力標準偏差値 $\sigma_n = 6.8 \text{ Oe}$ と

Fig. 3 Effect of molar ratio $\text{Ni}/(\text{Co}+\text{Ni})$ in the bath on coercivity of disk media.

極めて良好な結果が得られた。

C-T 浴と A-MMS 浴について、Hc の pH 依存性を検討した結果を図 2 に示す。C-T 浴では Hc の pH 依存性が大いだが、A-MMS 浴では Hc は浴 pH にはほとんど依存していない。両浴において Co と Ni の浴組成モル比を変化させた場合の Hc への影響を図 3 に示す。C-T 浴では浴中の Ni 比が増加するに伴って Hc が急減するが、A-MMS 浴では金属塩濃度比の変動に対して Hc が変動しない範囲が広いことが認められる。さらに表 1 の A-MMS 浴最適浴組成 ($\text{Co}^{2+}/(\text{Ni}^{2+}+\text{Co}^{2+})=0.6$) における磁気特性の膜厚依存性を図 4 に示す。Hc は膜厚 400~2000 Å の範囲においてはほぼ一定値をとる。角形性 (Br/Bs および S^*) は膜厚 2000 Å で 0.65 程度であるが、高密度媒体として用いられる 1000 Å 以下の膜厚範囲では Br/Bs および S^* も 0.80 前後の良好な値となる。以上述べてきたように本浴では他の無電解めっき浴と異なり、浴組成およびめっき条件などの因子が変動しても磁気特性に及ぼす影響が少ないことが特徴となっている。このため一様な特性の磁気ディスク媒体が比較的容易に得られるものと考えられる。

3-2 媒体めっき浴の管理

最適浴として得られた A-MMS 浴を用いて試作ディスクの少量生産に移ったが、その時点では作成浴ごとに磁気特性のパラツキを生じ、また同一浴においても再現性が不十分であった。従って、この点の改良について微量金属イオンの影響という観点から検討を加え、浴管理の改善をはかった。

図 5 は同一浴組成で作成した複数の A-MMS 浴 (表 1 の最適浴組成) のうち磁気特性の再現性が不安定であった浴の代表例であり、めっき回数に対する Hc の変化を示している。ここで各めっき回数は各々 1 日当たり十数枚づつディスク試作を行なったことを示し、かつ各日数ごとにめっき浴の昇温、降温を繰り返している。bath (a) ではめっき回数の増加とともに Hc が急激に減少し、bath (b) では長期間使用可能であったがその間の Hc のバラツキが大きかった。このように同一組成でめっき浴を作成したにもかかわらず Hc の値に差異を生じ、再現性も劣っていた。この原因を検討するため不安定浴に使用した薬品の分析を

行なった結果、種々の不純物が検出された。このため逆にこれらの不純物を浴に添加し、その効果を詳細に検討した結果、これら不純物は磁気特性、析出速度およびめっき浴状態に強く影響を与えることが明らかとなった。代表例として Hc に与える各種不純物濃度の影響を図 6 に示す。横軸に不純物濃度を ppm 単位で示し、縦軸に

Fig. 4 Effect of plated film thickness on magnetic properties (H_c , $Br \cdot Bs^{-1}$, and S^*) of disk media.

Fig. 5 Variation of coercivity with increasing the number of plating times in the case of no impurity control. The number of plating times in the figure indicates that of one plating day in which the ten and several disks were plated.

Fig. 6 Effect of the concentration of metal ions as impurities in plating bath on coercivity of disk media.

Fig. 7 Variation of magnetic properties (H_c , Br/B_s , and S^*) with increasing the number of plating times in the case of impurity control.

Fig. 8 Time-variation of coercivity of disk media.

Fig. 9 Temperature-variation of magnetic properties (a) H_c , b) Br , and c) Br/B_s of disk media.

は不純物を含まない浴から得たディスクの H_c を基準として H_c を規格化して表示した。Pb, Cu 等の微量添加により H_c は増大し, Ag, Fe 等は H_c を減少させている。さらに角形比, 析出速度およびめっき浴状態に与える影響も調べ, 各種不純物濃度の許容値を決定した。この結果に基づき使用薬品の不純物を管理しためっき浴を用いてめっき磁気ディスクの試作を行なったところ, 図 7 に示すように著しい改善が認められた。10回のめっき回数(百数十枚のディスク製作に相当)において, H_c は $580 \sim 620$ Oe の間に保たれ, Br/B_s は $0.80 \sim 0.84$, また S^* は

$0.83 \sim 0.86$ と角形比良好なディスク媒体を再現性良く得ることが可能となった。さらにディスク試作を続けめっき回数50回(約1000枚のディスクをめっき)後も H_c および角形性の値がこれらの範囲内に保たれていることが確認され, 磁気ディスク媒体の量産化に対して実用上十分な長期安定性を有していることが明らかとなった。なお図 6 の濃度は浴中濃度を示すため薬品段階での不純物濃度はその約10倍程度まで許容される。従ってこの不純物管理を実際に適用することはさほど困難なことではない。

ここに検討した各種不純物は低濃度で効果があり, めっきの安定剤として知られているものも含まれている。基板表面の活性状態が無電解めっき磁性薄膜構造に著しい影響を与えることが報告されている⁹⁾, 浴中のこれら不純物は貴金属表面で特異吸着現象を起こすものが多いことを考えると, 基板表面に特異吸着したこれらの不純物が表面の活性状態を変化させて Co 合金析出反応に大きく影響を与え, その結果結晶粒径あるいは結晶構造に変化を与えるため, 構造感受性である磁気特性に大きい影響を与えているものと考えられる^{10), 11)}。これらの不純物管理により, 磁気特性の再現性と浴の安定性が著しく改善され, 多数のディスク媒体を長期間安定に作成することが可能となった。

3-3 めっき媒体の安定性

以上良好な特性が一様に得られる媒体めっき浴の開発と再現性良く得るための浴管理法の確立について述べてきたが, 実用上の立場からみると得られた媒体の磁気特性が時間的および熱的に安定であることが要求される。従ってこの点に関して A-MMS 浴より得られためっき媒体の磁気特性の経時変化, 温度変化および熱処理による変化を検討し, 媒体の安定性について検討した。

めっき媒体を, 室温大気中に1040日間放置した場合の H_c の変化を図 8 に示す。フェライト薄膜媒体において $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 化が不十分な場合には H_c の経時変化が問題となるが, めっき媒体においては磁気特性の経時変化は全く認められなかった。また媒体の磁気特性の温度変化に

対しては図9に示す。18°CでのHc, Br, Br/Bsの値を基準として規格化して表示している。Hcは外部温度上昇に伴い図9a)にみられるように単調に減少する。50°CでのHcは18°Cでの値より約5%減少するが、この程度の変化量では実用上問題がないと考えられる。媒体のBr値はこの温度範囲では変化が認められない。Br/Bs値は50°Cでわずかに増加し、それ以上の温度で一定値を示す。これらの結果はいずれもフェライト薄膜媒体の場合¹²⁾より良好な結果を示した。次に熱処理による媒体のHc値の変化を図10に示す。これはめっき媒体を各処理温度で熱処理の後、室温に戻して磁気測定を行なったものであり、熱処理を行わない場合のHc値を基準として規格表示した。Hcは240°Cまで殆ど変化しないが、250°Cより増加する。めっきディスクの保護膜はめっき媒体上にテトラヒドロキシシランのアルコール溶液をスピンドル塗布後200°Cで焼成して形成されるが、磁気特性はこの工程によって何ら変化を受けないことが明らかである。以上のように無電解 Co-Ni-P めっき膜は磁気ディスク媒体として、熱的および時間的な変化に対して十分な安定性を有すると結論できる。

4. お わ り に

高密度薄膜磁気ディスク媒体を得るために無電解めっき法による磁性薄膜を作成し、媒体めっき浴の開発、浴管理法の確立およびめっき媒体の安定性の検討を行なった。種々の錯化剤を比較検討した結果、高保磁力で角形性良好な Co-Ni-P 磁性薄膜が得られる アンモニアアルカリ性マロン酸・リンゴ酸・コハク酸混合錯体浴 (A-MMS 浴) を開発した。本浴では、浴組成およびめっき条件などの浴因子の変動による磁気特性への影響が小さく、その結果一様な特性の磁気ディスク媒体を容易に作成することが可能である。さらに磁気ディスクを量産するために磁気特性の再現性と浴の安定性の改善に取組み、めっき浴に含まれる微量金属イオンの影響を検討することにより適切な浴管理が行えることを見出し、各種不純物の管理濃度を設定した。このような浴管理により一定の特性をもつ磁気ディスク媒体を長期間安定に多数作成することを可能とした。さらに本浴より得られるめっき媒体の磁気特性の経時変化、温度変化および熱処理による変化を検討した結果、実用上十分な安定性を有していることが明らかとなった。

ここで述べた良好な特性の磁性薄膜を安定に作成し得る無電解めっき浴の開発に、耐摩耗性と耐候性に優れた薄膜保護膜、めっき磁気ディスクに最適な潤滑技術の開

注4) 現時点(1982年1月)においてここに述べた磁性膜および保護膜をさらに改良し、ヘッド特性の向上により74000BPIの高密度化が確認されている。

Fig.10 Effect of heat treatment on coercivity of disk media.

発^{23)~25)}等を加えた基礎製作技術の確立によってめっき磁気ディスクの実用化が開始されるに至った^{13)~15)}。めっき磁気ディスクは真空系内で作成するフェライト薄膜ディスクの場合に比較して一括多量生産性および媒体の熱的、時間的安定性の点で優れた特徴をもつとともに高密度記録特性においても同等以上の結果が得られつつあり^{16)注4)}、機能めっきとしての地位を確立し得たといえよう。

本研究開発を行うにあたり、御指導御鞭撻を賜った早稲田大学吉田忠名誉教授、日本電気株式会社技術研究所篠田大三郎部長、松海紘一郎部長代理、古尾谷崇前部長およびパーソナルコンピュータ事業部永尾守正部長に深謝いたします。まためっき磁気ディスクの実用化検討に際し御指導いただいた電電公社武蔵野電気通信研究所磁気記録研究室田子章男調査員をはじめとする各位、日本電気株式会社研究開発グループならびに周辺装置事業部の関係各位に感謝の意を表します。(1982—3—11 受理)

本論文中の非 S I 単位の S I 単位に対する換算表

量	単位記号	S I 単位による値
濃 度	M · l ⁻¹	1 M · l ⁻¹ = 10 ⁻³ mol · m ⁻³
	ppm (1 dm ³ 浴当たり)	1 ppm = 10 ⁻⁹ kg · dm ⁻³
長 さ	μm	1 μm = 10 ⁻⁶ m
	Å	1 Å = 10 ⁻¹⁰ m
	in	1 in = 2.54 × 10 ⁻² m
	Oe	1 Oe = (1/4π) × 10 ³ A · m ⁻¹ = 79.577 A · m ⁻¹

文 献

- 1) M. Nagao, Y. Suganuma, H. Tanaka, M. Yanagisawa and F. Goto; 787BPM/40TPM Feasibility of a Plated Disk, *IEEE Trans. Magn.*, **15**, 1543 (1979)
- 2) 柳沢雅広, 後藤文男; メッキ磁気ディスクの保護膜, 昭和55年度電子通信学会総合全国大会, 1-189 (1980)

- 3) 柳沢雅広, 田子章男; Protective Plated Disk Overcoat, 第4回日本応用磁気学会 学術講演会, 6aA-10 (1980)
- 4) 柳沢雅広, 田中英男, 塩田則男; メッキ磁気ディスクの保護膜, 昭和56年度電子通信学会総合全国大会, 1-172 (1981)
- 5) 柳沢雅広, 木村史朗, 越山卓, 井手規雄; Lubrication for Plated Disk Protective Overcoat, 第5回日本応用磁気学会学術講演会, 21aA-12 (1981)
- 6) 後藤文男, 菅沼葉二; Electroless Co-Ni-P Plating Bath for Plated Disk Media, 第4回日本応用磁気学会学術講演会, 6aA-9 (1980)
- 7) R.D. Fisher and W.H. Chilton; Preparation and Magnetic Characteristics of Chemically Deposited Cobalt for High-Density Storage, *J. Electrochem. Soc.*, **109**, [6], 485 (1962)
- 8) 鷹野 修; 無電解コバルト-リンメッキの浴条件と構造, 本誌, **23**, [7], 406 (1972)
- 9) T. Osaka, H. Nagasaka and F. Goto; Effects of Activation and Acceleration on Magnetic Properties of Chemically Deposited Co-P Thin Films, *J. Electrochem. Soc.*, **128**, [8], 1686 (1981)
- 10) 二瓶公志, 逢坂哲彌, 浅富士夫; ホウ水素化ナトリウムによる無電解ニッケルメッキにおける安定剤の影響, 電気化学, **43**, [12], 721 (1975)
- 11) 後藤文男, 菅沼葉二; Co-Ni-P 無電解メッキ膜の保磁力, 応用磁気第6回学術講演会, 6pB-7 (1974)
- 12) 石井 修, 寺田 章, 篠原正喜; フェライト薄膜の磁気特性の温度変化, 昭和55年度電子通信学会総合全国大会, 1-184 (1980)
- 13) 日経エレクトロニクス; 8インチ型ディスクを用いた記憶容量3.2Gバイトの磁気ディスク装置, p.78 (1980, 11.24)
- 14) 電波新聞; メモリー・最高水準を行く「ベティ」・薄膜ディスク実用化迫る, p.22 (1981.9.17)
- 15) 服部誠示, 田子章男, 石井芳一, 寺田 章, 石井修, 太田 聡; 3.2ギガバイト集合形磁気ディスク装置用連続薄膜媒体, 研究実用化報告, **31**, [1], 277 (1982)
- 16) 田中英男, 塩田則男, 後藤文男, 菅沼葉二, 鷹野貞夫; メッキディスクによる高密度記録の検討, 昭和57年度電子通信学会総合全国大会, 1-179 (1982)

ロンドン王立協会編

「工業電気化学の展望」

165ページ, 1981年出版

The Royal Society of London ed.;

“Prospects for Industrial Electrochemistry”, p165 (1981)

英国Royal Society が1980年12月に、ロンドンで「工業電気化学の展望」について討論会を行なった。本書は、その時の講演集である。目次に示すように工業電気化学の各分野におけるトピックスが紹介されている。最近の進歩を知るのに都合は良いが、1テーマ当たり10数ページの解説であるので、教科書的あるいはハンドブック的な詳細な説明はない。

目次

1. 電極反応論
2. 有機化学反応と電気化学的に生成する中間体
3. 工業電解についての考察
4. 化学修飾電極
5. 生物修飾電極

6. 工業電解槽設計と電解最適化
7. 電気化学反応の工業化
8. 工業技術への手助けとしての電気化学
9. パルス・ボルタンメトリーによる電気化学分析
10. 工業廃水分析のためのオンライン・センサー
11. ナトリウム・イオウ電池
12. 電気自動車用ニッケル・亜鉛電池
13. 高級電池用新材料

(芝浦工業大学 佐藤敏彦)

The Royal Society (6 Carlton House Terrace, London, SW1Y 5AG, ☎01-839・5561)