時計工業における最近の表面処理

Recent Trends in Surface Treatment in The Watch Industry

最近の電子化された時計を対象に、トピックス的に主要部品の表面処理について紹介した。めっき以外の表面処理技術の占める割合が高まったことが特徴的である。

岩 間 正 修*

Masanobu Iwama

1. はじめに

精密機械工業製品の代表のように見られていた時計は、ここ10年ほどの間に、機械時計から電子時計へとその基本機構を大きく変化させてきた。その結果、時計工業は精密電子工業の一分野に移行したと言えよう。

特にここ数年、水晶振動子を源振として組込んだ水晶発振式電子時計が主力となりつつある。そこで本稿では水晶発振式電子時計—いわゆる水晶時計を対象に、トピックス的に主要部品を取上げ、その表面処理について述べて行くこととする。

2. 電子時計の機能と構成

電子時計には、時刻表示方式によりアナログ式（針による表示方式）とデジタル式（液晶による表示方式）とがあり、最近は両者を

同一面上に組合せた複合表示方式も開発された。これら電子時計と従来からの機械時計との機能・部品を比較すると表1のようになる。また駆動関係を図式化したものを図1～図3に示す。

これらから機械部品、可動部品が減少し、電子部品が新たに加わり、非可動部品が増加したことが、お判りいただけると思う。

3. 電子時計の表面処理の特徴

時計工業では時計の機械体本体をムーブメントと称し、ムーブメントを被覆する容器を外装と称する。

電子時計への移行により、ムーブメントの表面処理は大きくかわった。機械時計の場合は単なる装飾めっきですんでいたものが、電子時計では機能めっきとしての要素が増大してきており、めっきの種類、厚さの仕様も多様化している。まためっき以外の表面処理の

* (株)第二精工舎 研究開発部化学グループ課長
〒136 東京都江東区亀戸6-31-1
☎03 (682) 1111

* Daini-Seikosha Co., Ltd.
31-1, Kameido 6-chome, Koto-ku. Tokyo 136

要素も増大した。

一方、外装関係は、デジタル式の時計は、文字板・針が消滅し、表示パネルが登場したことは大きな変化といえるが、表面処理から見た場合、基本的な変化は見られない。

4. ムーブメントの表面処理

以下に電子部品を中心に主要部品を取上げ、時計工業から見た表面処理の特徴を述べる。

4-1 回路基板

電子時計では回路基板に電気回路を形成すると共に、回路基板上にIC、水晶振動子等各種部品を収容しており、重要な部品となっている。

回路基板の表面処理に関しては、本誌4月号、p.25 (1979) に詳述してあるので、参考されたい。

ここでは現在、ならびに将来への問題を取上げてみることにする。

(1) 銅スルーホールめっき

経済性を考慮した場合、出来得る限り、めっきは薄くしておきたい。次工程の精密エッチングの面からもめっきは薄い方が望ましい。しかも時計用基板の場合、基板上の回路を流れる電気は μA のオーダーである。このことから、銅スルーホールめっきの厚さは、信頼性を損なわない限り、薄ければ薄いほど、好ましい。銅めっきとして 5μ 程度あれば、機能は満足するが、工程のバラツキ、信頼性の確保を考慮すれば 10μ 程度が最小限必要なめっき厚さといえよう。

めっき工程の自動化、極板配置の適正化、めっき液のかく拌ならびにワークの揺動方法の改良等により、めっき厚さのバラツキを縮小させて、平均めっき厚さを更に減少させる方向でコストダウンが図られて行くであろう。

表1. 機械時計と電子時計の比較

機 構	各 機 構 の 働 き	機 械 時 計		電 子 時 計 (水晶時計)		
		機能名	部品名	機能名	部 品 名 (アナログ式)	部 品 名 (デジタル式)
調速機構	一定周期で連続振動する振動子で時計の時刻を正確に制御する。	調速機	テン プ	源 振 部	水 振 動 子	水 振 動 子
動力機構	時計を動かすエネルギー源。	動力源	ゼンマイ	動 力 源	電 池	電 池
輪列機構	信号・エネルギーを変換して、機械時計では脱進機構および指示機構へ伝え、電子時計では指示機構へ伝える。	輪 列	齒車・カナ	分周回路 輪 列	C・MOS ・IC 齒車・カナ	C・MOS ・IC —
変換機構	調速機構と輪列機構の間で往復運動と回転運動の変換を行ない、エネルギーの授受をする。	脱進機	アングル	転 換 機	ステップ モ ー タ	—
指示機構	時刻を人間にわかるように示す。	指示部	針、文字板	指示部・ 表示部	針、文字板	液晶パネル
時刻修正機構	正確な時刻に時計を修正して合せる。	時 刻 修正部	リュウズ、 筒 車	時 刻 修 正 部	リュウズ、 筒 車	リュウズ、 ボ タ ン
駆動機構	調速機構とエネルギーを授受して、調速機構の振動を続けさせる。	—	—	発振回路 駆動回路	C・MOS ・IC	C・MOS ・IC

う。

更に高速厚付けの無電解銅めっきが開発されれば、電気銅めっきを省略した工程の採用も考えられる。

(2) ニッケルめっきおよび金めっき

時計用の回路基板では、スルーホールめっき後、所定パターン部以外をエッチングで除去後、外部リードパターンを利用して、ニッケルめっき、金めっきを施すことが通例となっている。金価格の異常な上昇から、このような加工方法の見直しがせまられているが、当面は金めっき部分の面積の縮小、金めっき厚さの削減が対象となる。ワイヤーボンディング部の金めっき厚さは、従来 3μ 程度のものが多かったが、 1.5μ 程度に引下げられて来ている。ボンディングが可能という点からは、金めっき厚さは 0.5μ でもよいといえるが、 0.5μ にまで引下げするには、ボンディング条件ならびにニッケルめっき厚さの検討が必要であり、なおかつ、ボンディング工程での歩留り低下は避けられないので、金めっきコストの低下と総合歩留りとの経済バランスを取って行かなければならない。

金めっき以外のめっきで、ボンディング性が確保できるめっき——例えば Ni-B 無電解めっき——の検討が進められているが、時計用としては、加工性、信頼性の点で、適当なものが見出されていない。

(3) エッチング

限られたスペースに多くのパ

ターンを集積させ、しかもパターン幅、パターン間隔の精度を上げようとする、フォトプロセス工程を含むエッチング工程への負荷が増大する。

一般の回路基板とは違った細心の注意を各工程のステップ毎にはらわなければならない。

図1. 機械時計の駆動図

図2. 水晶時計(アナログ式)の駆動図

図3. 水晶時計(デジタル式)の駆動図

また高精度のフォトマスクとのマッチングも重要な要因となる。

4-2 IC

時計用にはC・MOS・ICが使用されている。ここではICの一般的な製造プロセスの説明は省略し、ICのパンプめっきを紹介する。

ガラスエポキシの回路基板にパターンを構成し、ICを搭載し、ワイヤーボンディングする実装方式に対して、ポリイミドテープに銅箔を張り合わせ、エッチング、めっき処理をした、いわゆるテープキャリア方式の回路基板にICを搭載する実装方式がある。

この場合には、回路基板とICとはインナーリードボンディングを行なうので、ICのパンプ部に金めっきまたは半田めっきのパンプめっきを行なう必要がある。

金パンプめっきの工程を図4に示す。

ICチップの状態ではめっき不能のため、ウェハー単位の状態ではめっきを行なう。

アルミニウムパッド上に $60\sim 120\mu$ 角の窓を設け、これをパンプ基部として、この部分に 20μ 程度の金めっきまたは半田めっきをつける。上下方向へのパンプめっきの成長と同時に、当然横方向へもパンプめっきが成長する。 20μ 程度の高さにパンプめっきを施すと、横方向へはめっきが 40μ 程度成長するため、パンプ断面は、基部で $60\sim 120\mu$ 、上部で $100\sim 160\mu$ 程度の構成となる。パンプの上面はできる限り平らとなるよう、めっき液およびめっき条件の選定をしなければならない。パンプ上面の形状が崩れたり、一チップ内のパンプ高さが不揃いだとボンディング性が悪くなる。

金めっきの節減のため、柱状パンプの内部は銅めっきとする方法が検討されている。また、半田めっきはコスト的な問題ではなく、ボンディング時の半田めっきの流れの問題のため、パンプの内部を同じく銅めっきとする方法が検討されている。

1. Alパッド形式

2. Cr+Auスパッタ

3. フォト・プロセス

4. パンプメッキ

5. レジストはくり

6. エッチング (Auスパッタ膜及びCrスパッタ膜)

図4 ICパンプめっき工程図

図5 水晶振動子

4-3 水晶振動子

水晶片を機械的に加工して、水晶振動子を製作する方法の外、超小型の水晶振動子はフォトリソ加工により製作される。薄く研磨した水晶片にフォトリソを塗布し、所定形状のフォトリソマスクを用いて、露光、現像し、フッ化アンモニウム等でエッチングして加工される。図5この加工方法によると、一枚のフォトリソマスクに数百個の水晶振動子のパターンを構成しておけば、一回の加工で、小型精密な $25 \sim 100 \mu$ の薄い水晶振動子片が同時加工でき、コスト上、性能上の利点が大い。

4-4 液晶パネル

デジタル式の時計の液晶表示パネルは、薄いガラス板上に化学反応で錫またはインジウムの酸化物膜——ネサ膜という——を生成させ、この上にレジストを塗布し、所定パターンのフォトリソマスクを当て、露光、現像してネサ膜をエッチングする。上面ガラスと下面ガラスのパターンの組合せにより、必要とする文字、形状が表示するようになっており、ガラス板のパターン形成面をそれぞれ内面に組合せ、液晶を注入すると、表示パネルとなる図6。

一枚のガラス板に数十個の同一パネルパターンを構成させ、加工を進める多数個取り方式の製造方法が採用されつつあり、コストダウンに寄与している。高精度な多数個取り用フォトリソマスクの製造技術と、精密エッチング加工技術がポイントとなる。

図6 液晶パネル断面図（反射型）

5. 外装部品の表面処理

5-1 側

金色の側では、下層に金-銀または金-銅系の低金めっきを、上層に金-ニッケル系の高金めっきを用いた二層めっき方式が、耐食性、耐摩耗性に勝れた点を評価され、定着化している。しかしながら金価格の高騰、時計の低価格化の影響で、低コスト金めっきの仕様が検討され、流動しはじめています。

白色のめっき側ではパラジウム-ニッケル合金めっきが主流となっている。パラジウムも価格が高騰したため、代替めっきが検討されている。

なお、イオンプレーティング法による金色の窒化チタン皮膜が、耐摩耗性、耐擦傷性等の特性を生かして、高価格帯の特殊時計側に応用され、市販されるようになった。今後量産性が向上すれば、金めっきの金色とは感触は異なるが、低価格帯の時計側に金めっきの代替として応用される可能性は大きい。

5-2 文字板、針

表面処理技術の面から特に言及すべき点はない。