

接合技術の移り変わり **** 黄金のマスクからMEMSへ ****

新潟大学大学院自然科学研究科 教授 大橋 修

人類の歴史上で、技術はゆっくりと、ある時は速く進歩してきました。それら技術の一つである溶接・接合技術も、ともに進歩してきました。

接合の歴史は、エジプトのツタンカーメン王の墓から発見された黄金のマスクから始まりました。紀元前1300年頃、このマスクは金細工で熱圧着して組み立てられています。日本では、銅鐸の補修で始まり、奈良の大仏（747）はブロック単位で鑄造して、それらをろう付けの手法で組み立てています。また、900年頃までには、日本刀を作る技術が確立し、種子島に銃が伝来（1543）して、すぐ国内で銃が製造できるほど、材料の加工技術は進んでいました。これらの接合・加工技術は、木炭を燃焼させ、材料が酸化しない還元ガスの中で加熱して、金合金や鉄合金を溶融することなく、鍛接あるいはろう付けしています。

産業革命後、鉄が高炉で生産されるようになると、その鉄鋼材料の接合には、2枚の鉄板に穴を開け、その穴を通したリベットで機械的に材料の接合が行われ、パリのエッフェル塔（1889）や、写真1の浅草の「このがたはし」にも、リベット構造が見ることができます。

熱源が木炭から電気へと変わり、アークの他に電子ビーム、レーザービームなど新しい熱源が開発され、それら熱源が溶接・接合技術に適用され、加工箇所を溶融する新しい融接法として発展してきました。

最近、材料が高機能化、部品も小型化して、精密接合、異材接合等が要求されています。従来のような溶融溶接では、金属学的な問題で組立加工ができない事例が多くなってきました。金属学的な問題の少ない、溶融相を伴わない固相状態で接合する技術が求められ、発展してきています。

図2は、携帯電話に使用される巻き線型コイルの製作例で、全体が米粒よりも小さい大きさです。径30 μ mのウレタン被覆銅線をコイル状に巻いた後、端部の銀電極上に被覆銅線を熱圧着して組み立てられています。

図3は、リアクタ回路の上下に熱交換する回路をもつマイクロリアクタの製作例で、0.5mm以下の通路をもつステンレス鋼の箔を高真空中で熱圧着（拡散接合）して、材料の変形がなく接合されています。

これらの接合技術はツタンカーメンの黄金のマスクの組み立てに用いた熱圧着ですが、その接合時の制御技術には格段の進歩があります。

最近、各種の加速度センサーが製作され、自動車に数多く搭載され、乗り心地や安全性の向上に役立っています。加速度センサーは、フォトリソグラフィーで微細加工したシリコンとガラスの接合組立部品です。この接合法は、ガラス中のナトリウムイオ

ンの移動に伴う界面での静電引力を利用した接合法で陽極接合法と呼ばれ、300 程度の比較的低い温度で、接合することができます。

微小な機械構造をもつデバイス（MEMS）として、マイクロリアクタの他、各種の加速度センサー、光スイッチなどがあります。これら微細な機械部品は、シリコンをフォトリソグラフィー加工して、デバイスが組み立てられ、実用に際しては、多分野の加工技術の集大成でもあります。

微小な機械構造をもつデバイス（MEMS）に代表されるような、微細な複雑な機械加工・組立技術が、今後もっと進めるべき日本の加工技術の一つと感じています。



図1 浅草の「このがたはし」はリベット構造

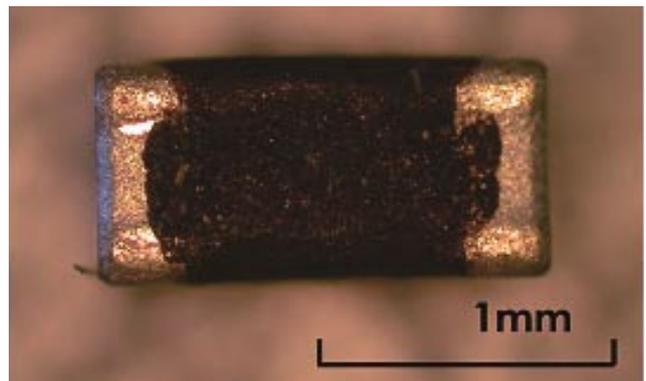


図2 携帯電話用巻き線型コイル（太陽誘電 ㈱製）

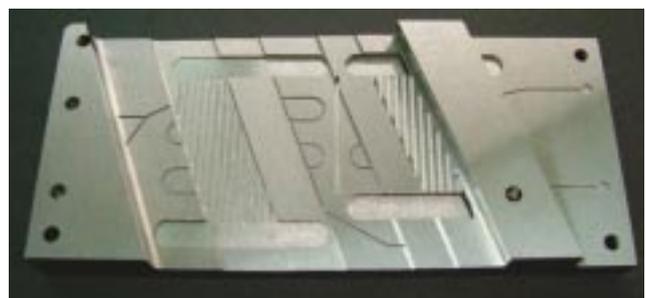


図3 積層型熱交換機（内部構造がわかりやすいように切断）（㈱ヤチダ製）