

スクリーン印刷による 電極バイオセンサーチップの開発と量産化

生体や環境などの状態を精密に測定できるバイオセンサーチップは、コストや利便性の問題で開発が進んでいない。そこでスクリーン印刷で加工し、バイオセンサーチップの量産を可能にするための研究開発を行った。

株式会社吉田製作所

受付番号: 2513121230

代表者名 代表取締役 吉田純一
所在地 〒124-0006 東京都葛飾区堀切1-6-28
連絡先 03-5670-3111

資本金 9,500万円
従業員 92人
URL <http://www.y-ss.co.jp/>

取組みの背景

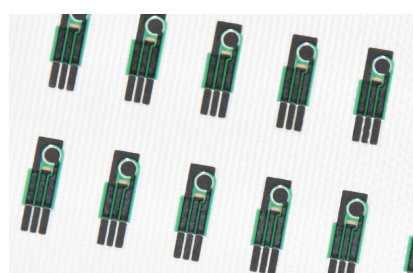
バイオセンサーチップの応用分野は非常に広く、ウィルスの検出やアレルギーの判定、食品の安全確認、環境汚染のモニタリングといった私たちの生活に必要な役割を持っている。しかし、現在市販されているバイオセンサーチップは材料費が高く、使い捨てにも係わらず1個約500円と高単価である。そのため研究開発に用いるには高コストであり、研究開発が進んでいない分野である。

しかし、医療のみならず、あらゆる分析にも有用なバイオセンサーは潜在的に大きな市場をもっており、その開発には非常に価値がある。バイオセンサーの開発を積極的に行えるようにするためにも、バイオセンサーチップの生産コスト低減と利便性の向上は欠かせない。このバイオセンサーチップを安価で高品質に生産できると期待されているのがスクリーン印刷である。

取組みの内容

本補助金を用いて研究を進めたのは、スクリーン印刷による電極バイオセンサーチップの開発と量産化である。バイオセンサーチップは、チップの丸くなっている部分に生体（人間の血液や汗など）を載せて専用のカートリッジに挿して使用する。すると、チップに電気が流れて分析が行われる。これを用いれば、血糖値なども容易に計測することができる。

今回、チップ開発に向けて実施した取り組みは、『電極の設計』『ペーストの選定』『基材の選定』『印刷版の開発』『印刷技術の刷新』『バイオセンサーチップの評価』の6つである。



バイオセンサーチップ（スクリーン印刷）

直径5ミリ程度

●電極設計とペースト選定

電気を流す部分である電極の設計に関しては、実績のある(有)バイオデバイステクノロジーと協力した。

またペーストに関しては、電極設計に基づき選定を行った。ペーストはカーボン・銀／塩化銀・レジストの3種類を使用してテストを行った。このペーストの選定は生産コスト低減に大きく関わってくる。材料にもよるが、ペースト自体の価格が高いことから、ペーストが比較的安く、印刷した際の品質も良いカーボンペーストと銀／塩化銀ペーストを候補にあげた。また、その選定には、印刷可能枚数や生産性を向上させるための印刷適性を基準とした。

●基材の選定

チップが並ぶ基材には、ペーストとの密着や加工を考慮した最適なものを選定することが重要となる。基材は実績のあるガラスエポキシ樹脂を使用したが高かったことから安価で耐熱性のある同等の樹脂を取り寄せ加工を行った。実績のある樹脂と比べて平滑性に問題があったが、印刷の仕上がりや機能性については同等の結果を得ることができた。

強み

スクリーン印刷業界の中でも、品質管理の質は高い。これまで家電製品（携帯・スマホ、タッチパネルなど）や自動車の車載品（カーナビなど）の部品製造を行っており、製造環境や品質管理が徹底されている。製品の精度を保つための寸法測定を、2次元測定機を用いて1/100の管理を行っていることや、調色色差計による検査、さらに作業者が着用する防塵服に付着した目に見えないホコリを入室前に完全に取り除くクリーンルームの完備、と品質管理は徹底して行っている。また、コストに対抗していくためにトータルコストダウンにも取り組んでいる。



工場内の様子

●印刷版の開発

印刷版とはスクリーン印刷のスクリーンのことで、「紗（しゃ）」と呼ばれる。一般的にはテトロン製の糸を編みこんだものをスクリーン状にして用いるが、糸が伸びやすいことから印刷の寸法がずれてしまう。そのため、高価だが寸法精度が高いステンレス製印刷版の使用を検討した。結果、精度は向上したものの、印刷を行ったときのペーストの添付量が少なかったため、うまくいかなかった。そのため、従来のテトロン製のものをを用いてペーストを調整することで、量産を行う方針へと変更した。

●印刷技術の刷新

印刷機械は、生産性や印刷精度に大きな影響を与える。そこで、高精度の印刷機械（画像位置決め半自動スクリーン印刷機）を導入した。従来のものは支柱が2本しかないことから印刷版を斜めに倒すような構造であったが、最新のものは支柱が4本になりスライド式になっているため、インキの偏りが無い印刷が可能になった。また、装備されているCCDカメラを用いて位置決めを行うことができるようになり、印刷精度が向上した。

●バイオセンサーチップの評価

生産したバイオセンサーチップは、正常に作動するか検査を行う必要がある。有限会社バイオデバイステクノロジーの協力を得て、チップが良品か不良品かの検査を行った。評価方法は、印刷の位置ずれなどの『モデル評価』と、電極部の電圧を評価する『CV評価』の2種類を実施した。



従来の印刷機

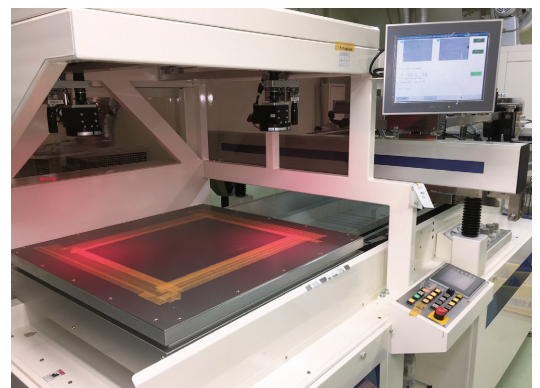
以上のように、電極バイオセンサーチップの開発・量産化に向けて試行錯誤を行った。

■取組みの成果

高精度の大型印刷機械を導入することで、印刷精度・印刷スピードが向上し、コストダウンを図ることができた。精度はもちろん、装備されたCCDカメラにより、位置決め作業時間等の時間短縮が可能になった。また、従来の印刷の6倍の面積で印刷が出来るようになったことにより、生産性の向上とコストダウンに繋がった。これに加え、ペーストの選定の結果、印刷可能枚数が初期段階の試作に比べて約10倍になった。

これら最新印刷機の導入やペーストの選定、基材の選定、印刷版の開発などを行った結果、本事業の目的であるバイオセンサーチップの量産化を行うための生産能力向上とコストダウンを実現することができた。

ただし、製品として量産化するには印刷したバイオセンサーチップの抜き加工が必要になる。今後、本格的な量産・販売に向けて、加工しやすい基材の選定や印刷以外の加工・管理の一元化に注力していく。



導入した画像位置決め半自動スクリーン印刷機