

トレンドTMを探る

京都実装技術研究会実験報告レポート

京都実装技術研究会 / 松原 茂樹(実験①)、原田 豊(実験②)
京石産業(株) / 宇根 忍、実装技術アドバイザー / 河合 一男(実験③)

■ 実験①

製造現場から見たソルダペースト(フラックス)のはんだ付け性評価

1. はじめに

実装基板の製造現場では、不良を起こさないためにも、ソルダペースト(フラックス)のはんだ付け性評価は非常に重要である。

市販製品を分解してはんだ付けのできばえを評価すると、圧倒的に過加熱気味であるように思える。

EMS業者であれば、顧客からソルダペーストや温度プロフィールを指定されることが多いと思うが、メーカー推奨や規格といった形にとられるあまり、できばえの評価がおろそか

になっているように思える。規格に入っていれば大丈夫という思い込みは禁物で、規格に入っているからといってできばえが最適であるとは限らない。

ところで、ソルダペーストによりフラックスの耐熱性が異なる。今使っているソルダペーストがどのようなフラックスの特性かを把握して温度プロフィールの作り込みを行うことで、リフローではんだ付け不良を低減できる。

今回の実験では、リフロー炉(アントム社製「UNI-6116S」熱風併用遠赤外線加熱リフロー炉)を用いて、生基板にソルダペーストを適当なマスクで手印刷してリフローを行った。

コンベアスピードを変化させ、基板にかかる熱量を変化させた時にはんだ付けのできばえがどのように変化するか、今後の参考にさせていただければと思う。



図1

2. はんだ付け性評価のチェックポイント(図1)

はんだ付けの後の外観でフラックスが劣化した場合、以下のような現象が確認できる。

- ・フラックス残渣中にはんだボールが発生する
- ・フラックス残渣の色が変化する
- ・フラックス残渣にクラックが入る
- ・フラックス残渣に気泡が入る
- ・フラックス表面にしわが入る
(フラックス残渣の形状がいびつ)
- ・はんだ付け表面がざらつく(滑らかでない)
- ・ぬれ不良(はじく)

このような症状が基板内のはんだ付け部で複数の個所に見られた場合は、はんだ付け条件が最適ではないため、即生産条件を見直すことをお勧めする。

3. 熱量を変化させた場合

コンベアスピード(以下、CVと表す)を変化させた場合、はんだ付け部の外観比較写真を示す(図2)

● ペーストAについて(図2上)

CV0.75では、はんだ表面が粒子状となり熱不足である。CVを遅くするとはんだ表面に光沢が出てなめらかな表面になる。CV0.30では、フラックス残渣中にはんだボールが発生し、薄くクラックが入っていることから少々過熱気味である。

● ペーストBについて(図2中央)

CV0.75では、はんだ表面が滑らかで、3つのペーストの中でもっとも熱反応が速い。CV0.50でフラックス残渣中にはんだボールが発生し、CV0.30では、フラックス残渣中に気泡やクラックが顕著に発生しており、明らかな過熱である。

● ペーストCについて(図2下)

CV0.75では、はんだ表面が粒子状となり熱不足である。CVを遅くするとはんだ表面に光沢が出てなめらかな表面になる。CV0.30でも表面状態が良好である。

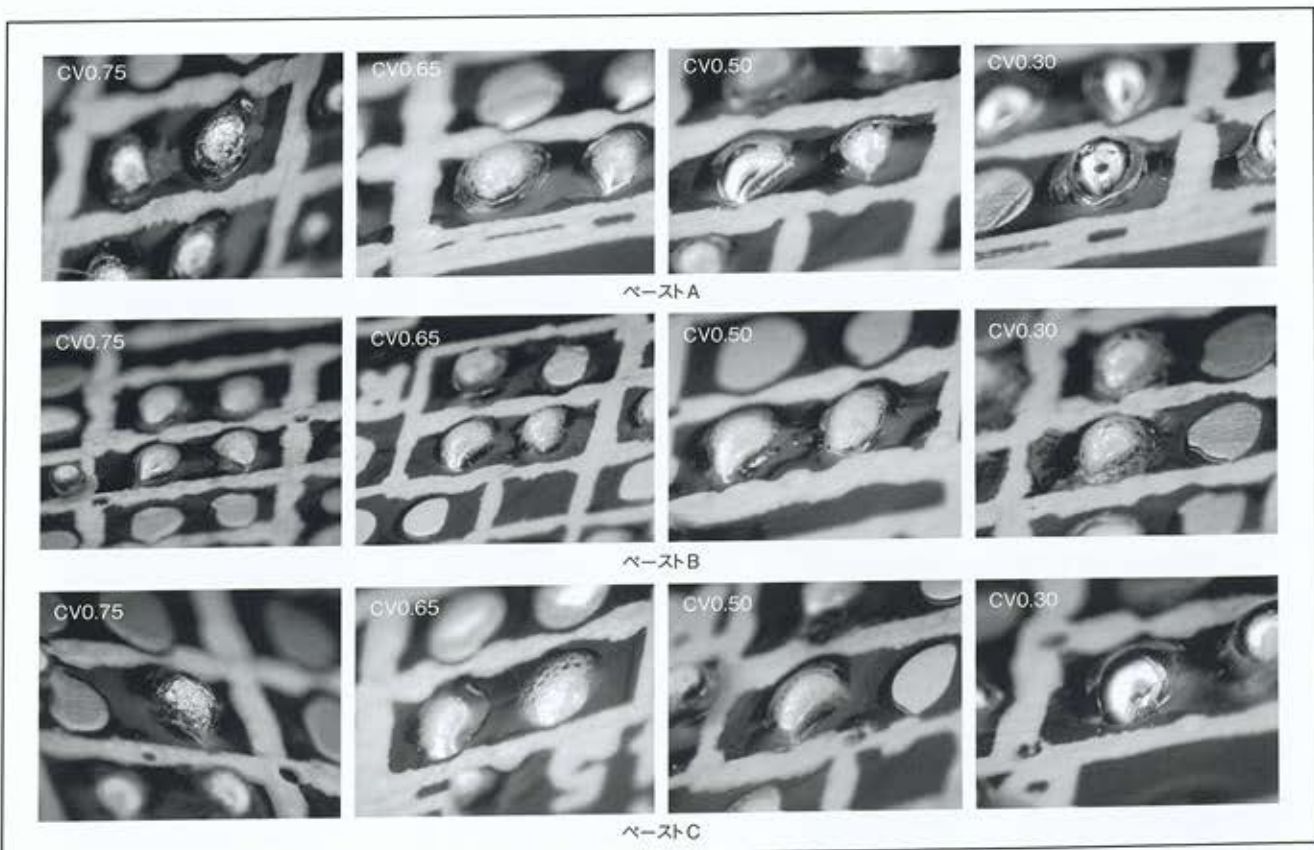


図2 はんだ付け部の外観比較写真

4. まとめ

このように3種類のソルダペーストを比較した場合、それぞれ熱特性が異なるため最適なCVは異なる。

温度プロファイルの波形や規格にとらわれ過ぎず、はんだ付け部の外観観察も合わせて、総合的に判断することで、品質向上につながるものとする。また最適なリフロー条件となっていれば、セルフアライメントが働くため、意図的に部品をずらして実装しその効果を確認することも有効である。

■ 実験②

リフロー処理について

今話題になっている3D実装のリフロー、両面一括リフローの2種類のリフロー実験を行った。

1. 両面実装、1回リフロー

両面基板にて角チップ・ダイオード・SOPなどの部品について、1回のリフロー処理で、はんだ付け可能であることが確認できたので紹介する(図3)。

問題点としては、片面実装後に反転させて後に、ソルダペースト印刷、部品実装、リフローまで行うため、フラックスのタック力のみで部品が固定されているので、基板搬送時の接触や実装時の振動による部品の落下、実装位置ずれなどが懸念された。

今回は1枚のみの実験ではあるが、懸念されていた事項は特に問題なくクリアできた。量産へ反映させるためには、さらに搬送の工夫などが必要であると考えられる。

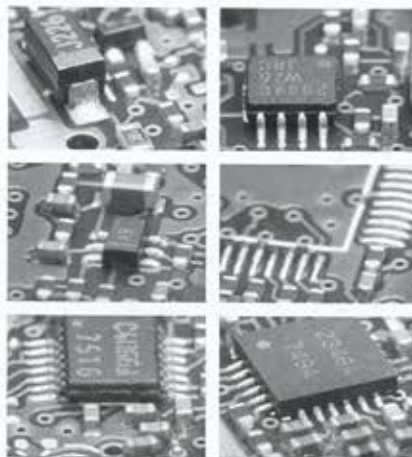


図3

- ・中沼アートスクリーン(株)製 130uLMメタル板にてクリームはんだを印刷
- ・(株)タムラ製作所製 7ゾーン 熱風循環式リフロー
- ・(株)弘輝製 クリームはんだ S3X58-M650-3
- ・リフロー条件は、通常生産条件にて処理(京都プロファイル)

2. 垂直リフロー

部品実装した基板を垂直に立てリフロー処理した場合、各実装部品がどのような挙動を示すかの実験を行った(図4)。

実験方法はソルダペースト印刷、部品実装は通常通り水平にて行い、リフロー炉内に基板受け治具を設置し、実装基板をリフロー炉内で垂直に固定しリフロー処理を行った。

フラックスが軟化する温度領域で比較的重い部品は、自重やリフロー時におけるわずかな振動で実装位置ずれや部品の落下が発生すると予想された。

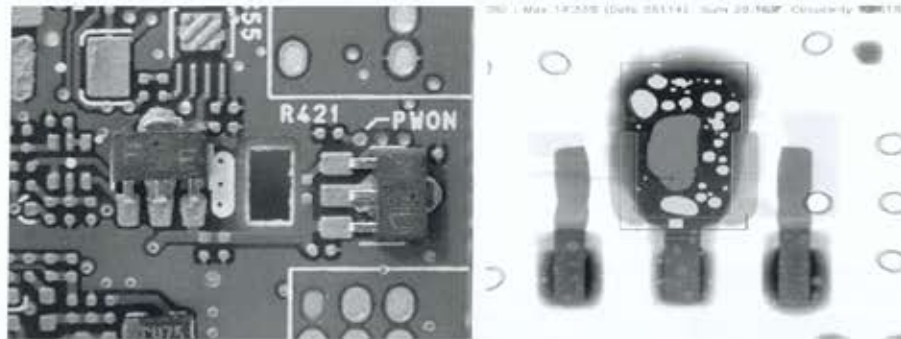
しかし、リフローされた実装基板について、マイクロスコプで確認した結果、フラックスがずれた跡は認められず、垂直環境でも部品は実装位置にそのまま留まっていたことがわかった。

垂直リフローすることによって、水平リフローに比べてはんだ付け部のポイドが低減できると予想されたので、X線を用いてはんだ付け部の観察も行った。その結果、平面リフロー処理した実装基板よりポイドが減少しており、垂直にリフローすることによって、はんだ付け部の上方向へガス抜けたものと考えている。

今回の実験では、熱風リフロー炉を用いたために、実装基板が垂直環境でもはんだ付け部が均一加熱できたことによって、問題なくリフロー処理できたと考えられるが、実際の実装基板への適用を考えると、様々な部品や実装基板の大きさが異なるものもあるため、さらに継続して検証実験を行うことが必要であると考えている。

- ・中沼アートスクリーン(株)製 130uLMメタル板にてクリームはんだを印刷
- ・(株)タムラ製作所製 7ゾーン 熱風循環式リフロー
- ・(株)弘輝製 クリームはんだ S3X58-M650-3

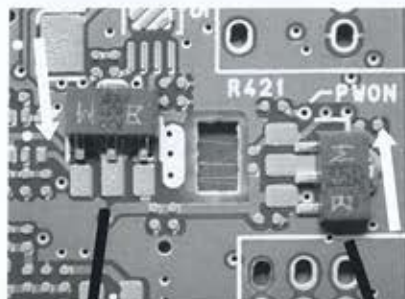
なお京都プロファイルとはフラックスが生きているうちにはんだとフラックスに仕事をさせ、使用する部品群の部品耐熱と熱容量で決まる汎用(ゾーン)温度プロファイルである。



1)【水平リフローボイド率】



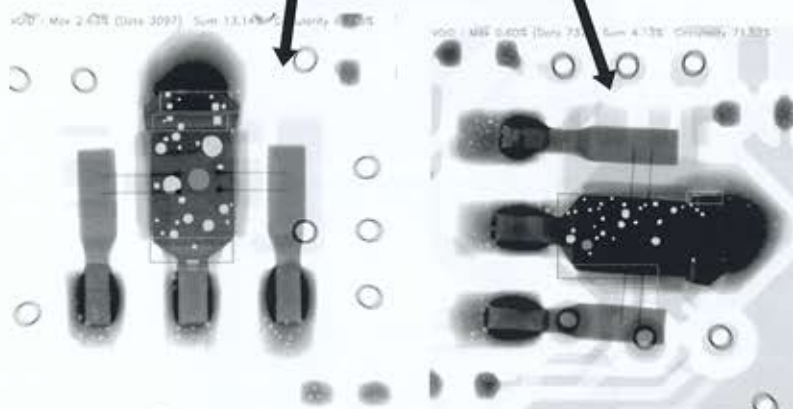
2)【垂直リフローボイド率】 注:ボイドが集まっている、左方向が上面になる



太い矢印は部品のセルフアライメントによる移動方向

Y+方向へずらしてリフロー処理したボイド率

Y-上方向へずらしてリフロー処理したボイド率



3)【水平状態で部品をずらして実装】

図4

■ 実験③

3D (MID) 及びフロー基板とロボット・手作業基板のリフロー化

1. はじめに

以下にご紹介するのは、4月下旬に実施した、3D (MID) 実

装、フロー基板やロボット・手はんだ付け部品のリフロー化の実演セミナーでの結果である。

通常の実験では試行錯誤のうえ一つの答えを求める(良品を作る)のであるが、量産への導入後は同じ条件でも結果にばらつきが生じるのが普通で、そのばらつきのない条件を見出すのを目的としている。

不良が発生した時、実際の現場の多くでは、決められた一つ

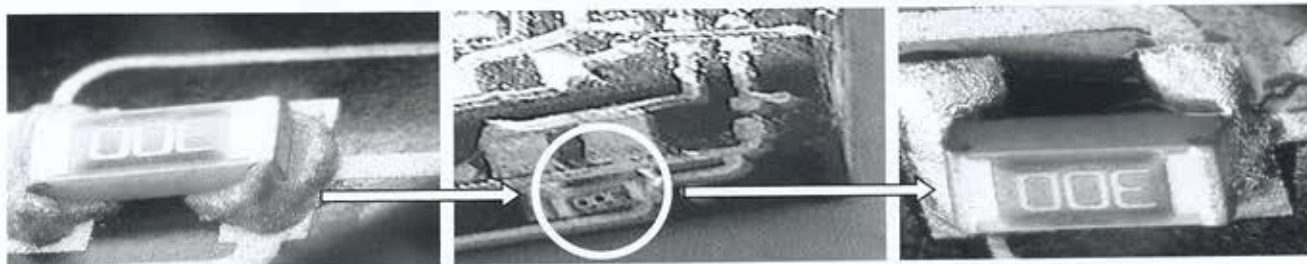


図5



図6

の条件以外の対応方法を知らないために即応できない状態にある。

今回は量産を想定し、そのような現場では必ずばらつきが発生する、という前提で発生時の即応方法までを考慮した実験を行った。

はんだ付けの基本原則を理解することで、従来の常識とされてきた知識・技術の再検証により工法の変更によるコストと品質の改善を目指した。特に最近質問や相談が多くなっている3D (MID) 実装やフロー基板のリフロー化、さらに被膜燃線のリフロー化の実験である。

フローコネクタのリフロー化は鉛はんだ当時(2005年)、PC基板などではすでに実績があり、鉛フリーはんだでも5年ほど前から一部大手企業で取り入れていることから、ときおりメールでの質問が寄せられる。

LEDなどでは2008年、FPCではファインピッチコネクタのリフロー化を2007年から実装している。

2. 3D (MID)実装実験

部品下側へのはんだの塗布がない(少ない)、適切なはんだ量では濡れにより部品が吸着する。

はんだの印刷量と位置を適切に調整できれば特にリフロー時の問題は起こらず、そこそこのセルフアライメントも働く(図5)。これらのセルフアライメントや部品落下に関しては当研究会会員の原田豊氏が実験を行っている。

図6、図7をご参照いただいて、失敗と成功がなぜ起こるのかを同時に理解したうえで、自社の製品への応用の可否を探る一環にしていきたい。

【予備はんだ+フラックスによるリフロー】

予備はんだ+フラックスによるリフローでははんだ量が適切でない場合は落下しやすい

注:

- 搭載された部品サイズがランドに適合していないためにずれが起こっている
- 予備はんだの状態がポイントになる
- 側面や傾斜面の搭載はフラックスの粘度や部品形状の選択が必要になる

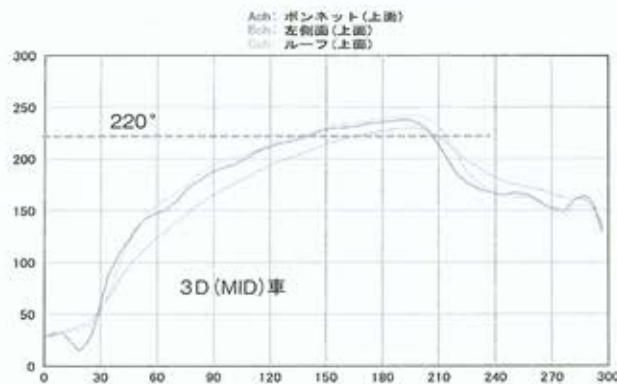
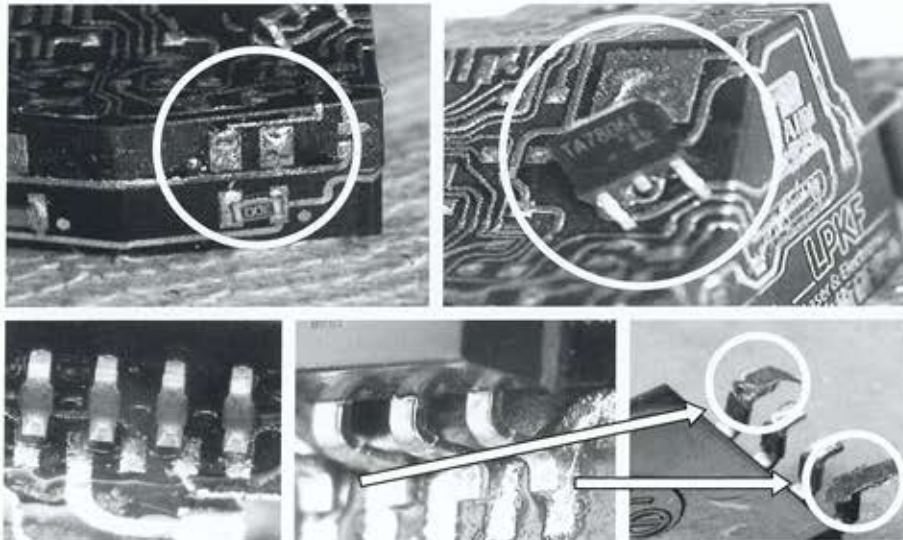


図7

3. フロー基板のリフロー化(小型電源基板)

フロー基板のリフローや燃線のリフローにおいては、部品
の上下(はんだ付け面と部品面)で約150℃ほど温度差を付
ける必要があり、リフロー炉以外に主に図8に示した2点の
検証がポイントとなる。はじめからこれらの工法に合わせた
設計を検討することで治具への負担を減らすことができる。

4. 実験のまとめ

3D (MID) 及び垂直基板の実装においては、温度プロファ
イルが適切であればランドサイズと部品形状(サイズ)及び適
切なはんだの塗布が重要で、特にリフロー時の振動等で落下
は見られない。

温度プロファイルは、部品リードではなく、基板への加熱で

はんだを溶かすようにする。基板上部と側面温度差が大きく、
極端な高温設定ができないので、フラックスも熱反応の速い
ものを選定するほうが、低い温度で基板側面への対応がしや
すい。

部品を剥がして見るとすべてランド部から剥がれる(図7)
ので、接合強度は通常のリジット基板に比較してめっきの強度
の影響を受けやすいようである。

今回の実演セミナーで参加者から自動化に向けた工法変
更の条件出しの依頼があった。これらの工法に関する相談
や質問も受け付けているので、お声がけいただきたい。

< 使用機材などの提供 >

- ・リフロー炉…アトム(株)製「UNI-6116S」「UNI-6116α」
- ・はんだ…(株)小島半田製造所「MK-504LH」「KSC-F-102HS」
- ・マイクロスコープ…(株)ハイロックス「KH-1300」
- ・治具・断熱・放熱材…京石産業(株)実装プロセス営業部

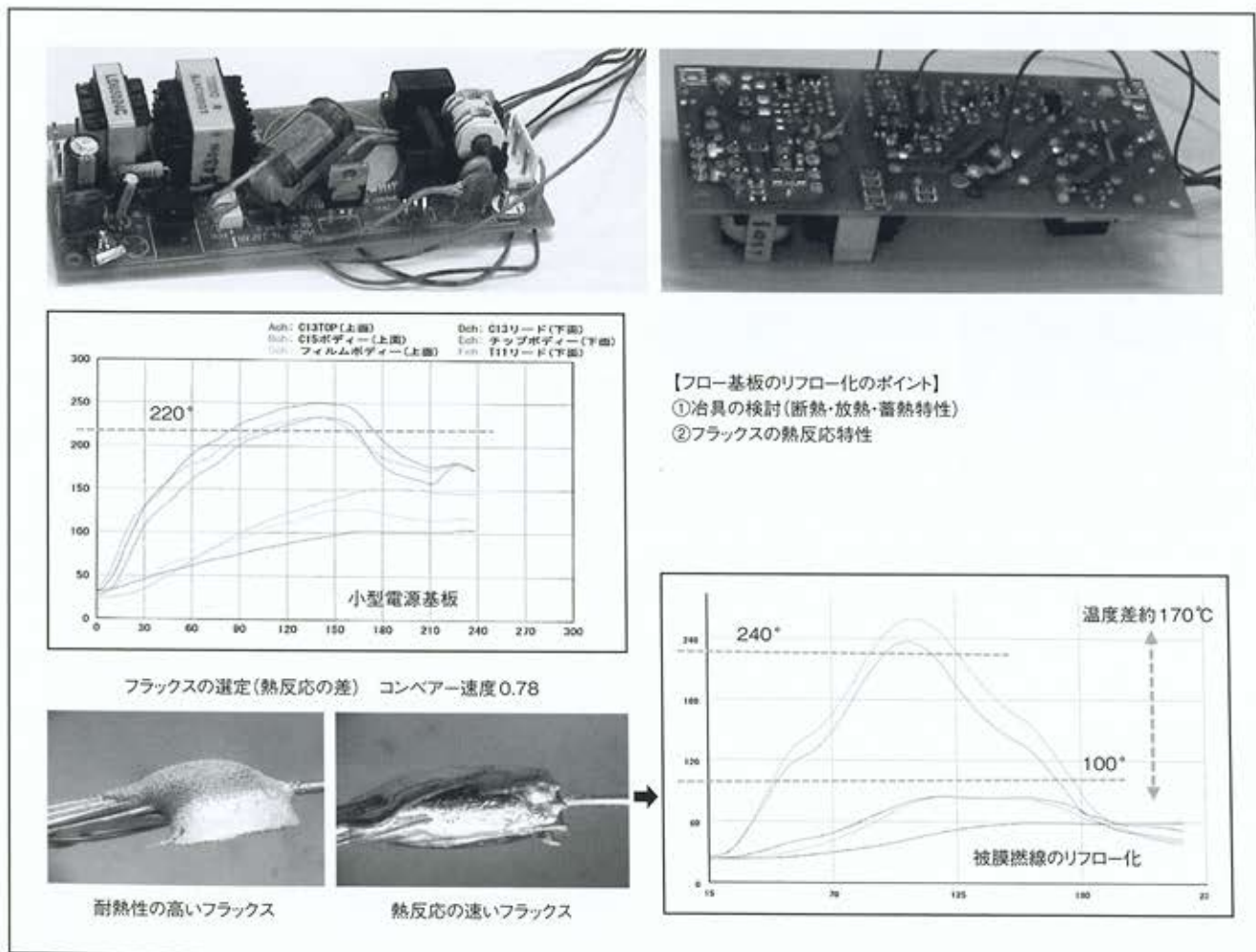


図8

レアース系酸化物超伝導線の超伝導はんだによる接合に成功

NIMSは、優れた磁場中超伝導特性をもつレアース系酸化物超伝導線材を、超伝導はんだで接合し超伝導状態を保ったまま通電することに成功した。

同研究では、超伝導はんだ接合を行う際に、超伝導層が大気に曝されないように保護層をすす系合金で置換する初期の工程を詳しく調べ、すす系合金はレアース系酸化物超伝導層を侵食しやすく、超伝導状態を壊してしまうことを明らかにした。いっぽう、置換する時間が短すぎても良好な電気的結合が得られないため、すす系合金による置換プロセスの時間を最適化し、さらに接合面同士を合わせた状態で加圧熱

処理し、薄い銅箔で接合部分を固定することで、レアース系酸化物高温超伝導線材の超伝導はんだ接合に成功した。

レアース系酸化物超伝導線材での超伝導はんだ接合が可能になると、汎用のニオブ系超伝導線材との超伝導接合が可能となり、すべての実用見込みのある超伝導線材の接合ができるため、強磁場永久電流運転電磁石の開発加速が期待できる。今後、レアース系酸化物超伝導線材の優れた通電特性を永久電流運転で利用できれば、汎用NMR装置のコンパクト化も期待され、NMR市場の活性化にもつながる。

300GHz帯で毎秒100ギガビットの無線伝送が可能な超高速ICを開発

NTTと東京工業大学は共同で、テラヘルツ波の周波数帯で動作する無線フロントエンド向け超高速ICを開発し、300GHz帯における世界最高データレートである毎秒100ギガビットの無線伝送に成功した。

今回、独自の高アイソレーション設計技術を考案し、この技術を300GHz帯無線フロントエンドにおいて周波数変換を担うキー部品であるミキサ回路に適用し、インジウム燐高電子移動度トランジスタ (InP-HEMT) でICを実現した。高アイソレーション設計技術の適用

により、IC内部や実装における各ポート間の不要信号の漏れを抑圧することに成功し、従来の300GHz帯無線フロントエンドで課題となっていた伝送帯域幅の拡大と信号対雑音比 (SNR) の向上とを両立させることに成功した。また、これを用いた300GHz帯無線フロントエンドモジュールを実現し、Back-to-backでの良好な16QAM信号の受信を確認するとともに、300GHz帯において毎秒100ギガビットの無線伝送に成功した。

高分子複合体の新合成技術によりゴムと樹脂を分子レベルで結び付けたポリマの開発に成功

(株)ブリヂストンは、ゴムと樹脂を分子レベルで結び付けたポリマの開発に成功した。このポリマは、一般的な合成ゴムより耐破壊特性が高い天然ゴムと比較して、耐亀裂性が5倍以上、耐摩耗性が2.5倍以上、引張強度が1.5倍以上という画期的な性能を有する。

今回開発された「High Strength Rubber (HSR)」は、ブタジエンやイソプレンなどの合成ゴム成分とエチレンなどの樹脂成分を同社独自の改良型Gd触媒を用いて分子レベルで結びつける (共重合) ことにより開発したハイブリッド材料。この材料はゴムのしなやかさと樹脂の強靱さを兼ね備えた次世代材料であり、同社が2016年12月に発表

した、新規ポリイソブレンゴムの合成に用いたGd触媒技術をさらに進歩させた成果である。

HSRは天然ゴムを凌駕する強度と耐摩耗性を有することから、例えばタイヤの次世代材料として有望で、より少ない材料使用量でタイヤに求められる様々な性能を達成できる可能性がある。これにより同社が2050年を見据えた環境長期目標として掲げる「100%サステナブルマテリアル化」の達成にも大きく貢献できるとしている。また、タイヤ以外の製品へのHSR適用についても積極的に検討を進めていく、という。

