

新日鉄の新素材

製鉄事業で培った基盤技術が 最先端分野を切り拓く

昨年、発足20周年を迎えた新日鉄の新素材事業。その強みは、新日鉄が培ってきた解析・シミュレーション・組織制御・接合などの基盤技術をフルに活用し、先進素材、部材、装置製品の提供から加工サービスまで多岐にわたるマテリアル・ソリューションを展開していることだ。今回の特集は「小さくてもキラリと光る新素材」の一端を紹介する。

“幅出し”“深掘り”で、事業領域を開拓

「選択と集中」で存在感ある事業を育成

新素材事業部は、昨年、前身である新素材事業開発本部の発足（1984年）から20周年の節目を迎えた。その特色は、半導体関連を中心にニッチな専門分野で高いシェアを占め、事業規模は大きくないが存在感のある事業が多いことだ。

例えば、パソコン等のハードディスクドライブに使われるサスペンション用の「圧延金属箔」は世界市場の約90%、半導体チップや配線等を保護・絶縁する封止材用「球状フィラー」(株マイクロン)は世界市場の40%、そして半導体チップとプリント基板を接続する「ボンディングワイヤ」と「半田微細ボール」(株日鉄マイクロメタル)は世界市場の約10%近くのシェアを占めている。

しかし、現在の地位を獲得するまでは、試行錯誤の連続だったと新素材事業部長の石山照明は言う。

「総合素材メーカーを目指していた発足当初は、新素材と言われたものにはほとんど手を染め、軸足が定めにくい状

況でした。その後の『選択と集中』で移管・撤退した事業もありましたが、先輩たちが挑戦の中で多くのことを学び、それを確実に蓄積してきたことで、今日の特色ある事業部をつくりあげることができました」

その指針となったのが、ニッチマーケットでも突出した技術力を持ち、存在感を持つ戦略だ。現在、新素材事業部が展開する事業は、“生き残るべくして生き残った”事業ばかりだ。

「新日鉄の最大の武器は、構造設計および分析・解析・評価技術です。鉄の技術の延長線上に新素材があるわけではないのですが、製鉄業で培った共通基礎基盤技術は重要です」と、石山は強調する。

新日鉄では技術開発本部 総合技術センター(RE)を中心に素材を分析・解析し、評価する技術を蓄積しており、設備も充実している。

「新たなマーケットを開拓するときも、そのような技術や設備を活かせる分野で強みを発揮できます」(石山)。

新素材事業部 事業マップ

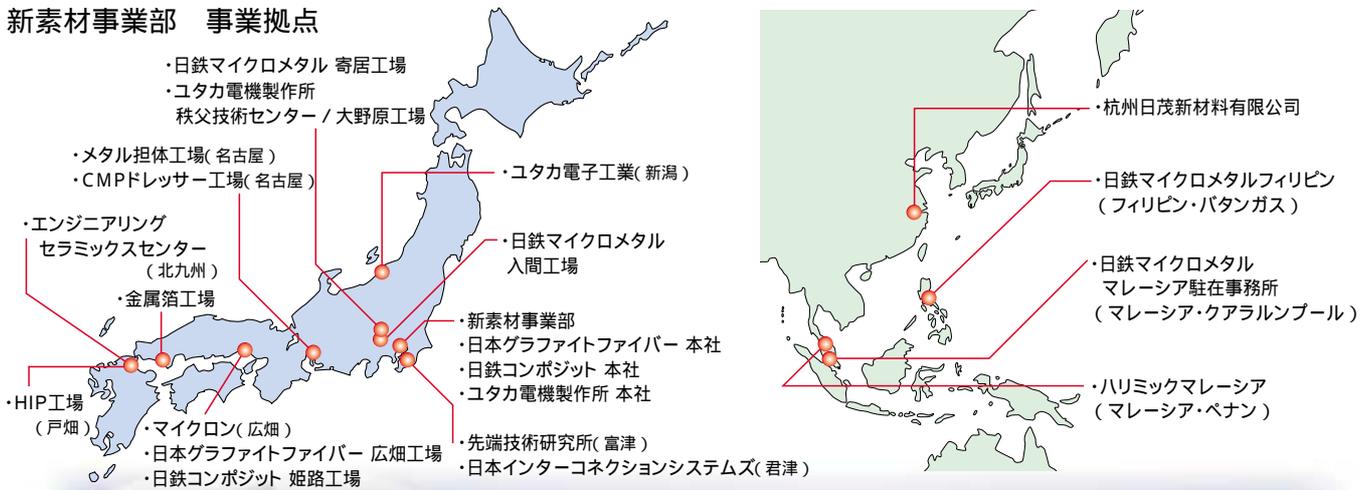
製品区分 産業分野	売上 構成	商品	部品・部材	素材	サービス
建築土木・ 一般産業	10%		複合材料(日鉄コンポジット)	炭素繊維 (日本グラファイトファイバー)	
自動車関連			メタル担体		
電子機器関連	30%	各種電源装置 (ユタカ電機製作所)	P8~9	圧延金属箔 P10	
半導体関連	60%		HIP()		
			CMP ドレッサー	球状フィラー(マイクロン)	P10
			金ボンディングワイヤ・ 半田ボール (日鉄マイクロメタル)	マイクロボール バンピング	P3~7

()HIP(Hot Isostatic Pressing): 熱間等方圧プレス



新素材事業部長
石山 照明

新素材事業部 事業拠点



“小さくてもキラリと光る新素材”を育てる

新素材事業部の強みは、素材に近い分野を開拓している点にあると石山は指摘する。

「例えば、新素材事業部の売上の6割を占める半導体分野は、製品サイクルが非常に短い。しかし製品寿命が1年でも、そこで用いられる“素材”は一度採用されれば10年ぐらいは使われ続けます。素材は最終消費財のように流行に左右されにくいからです。目指すべきは、“小さくてもキラリと光る新素材”を生み出すことです」(石山)

デジタル家電や携帯電話等への適用が期待されている「マイクロボールバンピング」は、その典型的な例だ。これは、直径100 μ mの微細かつ高精度な60万個以上ものマイクロボールを、8インチウェーハへ均一に一括搭載する世界初の方法で、新日鉄の独自技術だ。

ボール精度が高いため接続の信頼性も高まり、狭ピッチにも対応できる。さらに金や鉛フリー半田などの多彩な材料ニーズに対応できるため、200 μ m以下の世界では、競合他社の追随を許さないビジネスの展開が期待でき、マイクロボールの拡販にもつなげられる。

しかし、どんなに優れた技術や新素材を開発しても、いきなり大きな売上を期待してはいけないと石山は語る。

「事業を始める段階での売上は、5億円、10億円という規模で構わないと思います。5億円の売上で1億円が利益となれば十分です。小さな規模から初めて、それを大きく育てていくという発想が大切です」

例えば(株)日鉄マイクロメタルでは、当初、海外生産拠点(フィリピン)に最終工程だけを整備し、半製品を日本から

輸出して設備投資を抑えていたが、ビジネスの伸長に合わせて前工程も現地に移転し、海外生産拠点の規模と生産能力を拡大していった。このような考え方は、研究開発でも貫かれている。

「現在注目されているクリーンエネルギー向けの素材開発は山場を迎えています。いまだコスト面などの課題はありますが、このマーケットは急激に伸びており、新素材事業として大きな可能性を秘めています。しかもこの分野で大きな設備投資をしようとしている競合他社はありません。この事業も“小さく生んで大きく育てる”方針で、挑戦していきたいと考えています」(石山)

高付加価値化して新たな事業領域を育てる

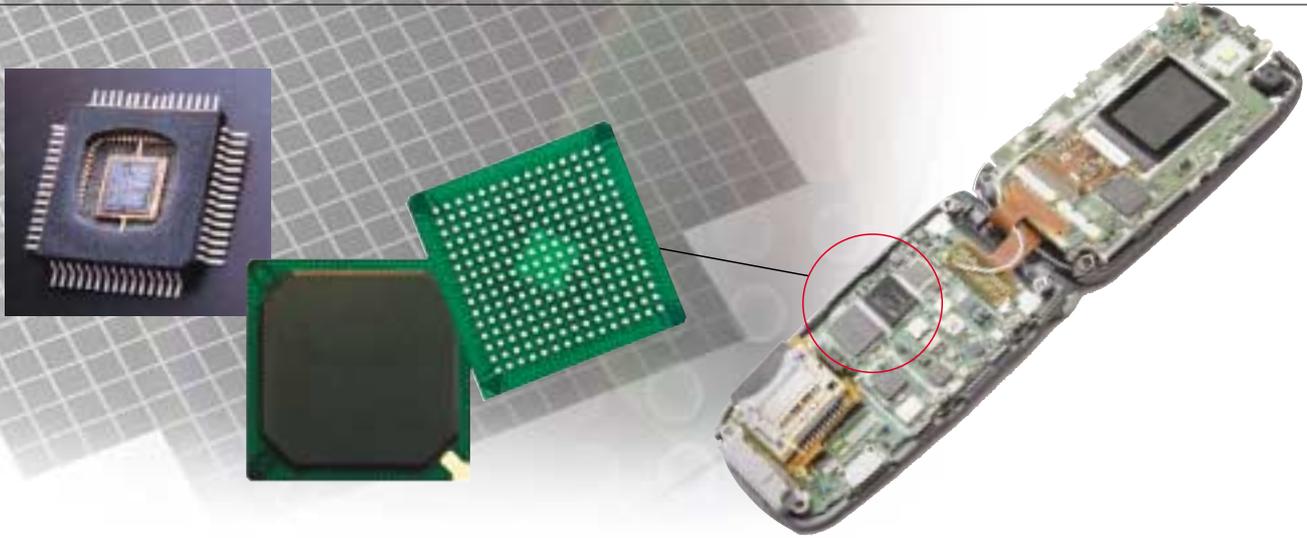
半導体関連を中核事業分野とする新素材事業部において、“幅出し”“深掘り”こそが、今後の重要な戦略となる。

「新しい事業の芽を見つけ、マーケットを開拓していくことは非常に重要です。しかし、現在持っている優位な技術の活用領域を追求し、また現在の技術を高付加価値化して、“深掘り”さらに周辺の事業分野へ“幅出し”して、新たな事業領域を育てていくべきだと考えています」(石山)

以前はパソコンがメインの用途であった半導体マーケットは、デジカメ、携帯電話、モバイル機器やデジタル家電の登場で、需要が大きく広がっており、「シリコンサイクル」の変動も平準化する流れにある。さらに、売上の3割を占める電子機器関連分野も今後とも確実な成長が見込まれる。

新素材事業部ではこの2つの領域を基軸とした“幅出し”“深掘り”により、特色ある事業展開を積極的に推進していく。

材料技術とプロセス技術でソリューションを提供 新日鉄の半導体実装材料・技術



半導体のニーズを先取りした 独自の技術・サービスを展開

半導体用途の拡大に応じ、「小型化」「高性能化」「耐落下衝撃性」など、ICに求められる機能も高度化している。特にリード端子とプリント配線基板との接続部（外部接続）、半導体チップ電極とリード端子の接続部（内部接続）は、製品寿命と信頼性に直結するため、技術的要求は非常に厳しい。

外部接続には、当初、チップの両側2辺からリードを出していたが、高集積化に伴い入出力ピン数が増加すると、4辺からリードを出すタイプへ移行。そして、さらに多くの信号をより効率的に出すために、ピンの代わりに、面上に半田ボールを配列したBGA（Ball Grid Array）タイプの実装技術が登場した。

同様に、内部接続も進化しており、従来主流であった「ワイヤボンディング法」に加え、「バンプ接続法」が登場。なかでも、電極上に作ったバンプ（接続用の金属突起）を介して、裏返したチップと実装基板を直接面接続する「フリップチップ（直接装着）方式」が、次世代を担う実装技術のキーとして脚光を浴びている。

新日鉄の先端技術研究所では、高密度半導体実装に対応した、金ボンディングワイヤ、BGAおよびバンプ用半田微

細ボールを開発してきた。(株)日鉄マイクロメタルは、新日鉄先端技術研究所での開発成果を基に商品化を行い、その製造・販売を行っている。

「半導体のキーテクノロジーは“接続技術”です。新日鉄が鉄鋼材料の研究開発で培った金属材料に関する知識やノウハウは、半導体の接続部に使われる金属材料の開発においても十分適用が可能です」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部長の巽宏平は語る。

一方先端技術研究所では、フリップチップ接続用に直径200 μm 以下の半田ボール（以下マイクロボール）をウェーハ上に均一に一括搭載する世界初の技術である「マイクロボールバンピング」の開発も進め、2005年3月、カシオマイクロニクス(株)との協力により、同社青梅事業所（東京・青梅市）にボールバンピングの製造ライン（月産5,000枚）を立ち上げ、量産を開始した。

「金ボンディングワイヤや半田微細ボールと同様、先端技術研究所が全体の技術的支援を行います。次世代半導体のバンピング方式として、デファクトスタンダードを狙える技術です」(巽)

技術開発本部先端技術研究所
新材料研究部長 巽 宏平



狭ピッチに対応した材料設計と ソリューションを提供 金ボンディングワイヤ

身の回りのパソコン、電化製品では多くの半導体が使用

され、その半導体の約90%では、内部接続に金ボンディングワイヤが実用化されている。

1987年、新日鉄と松田産業(株)が設立した(株)日鉄マイクロメタルでは、金ボンディングワイヤの製造・拡販を行い、現在、国内シェアで約30%、世界市場でも10%以上のシェアを獲得している。

「後発組にもかかわらず、お客様の信頼を得ることが

できたのは、材料だけではなく基板やお客様の製造環境に起因するトラブルの相談に対して、新日鉄の先端技術研究所の解析・分析技術に基づく最適なソリューションを迅速に提供してきたからです」と、(株)日鉄マイクロメタル営業推進部部長の川上洋司はその強みを語る。

(株)日鉄マイクロメタルが5年前に設置したフィリピンでの製造工場は順調に稼働。2004年には中国へ進出し、杭州日茂新材料有限公司を設立した。

ボンディングワイヤは、球状に溶かしたワイヤの先端を超音波振動により接合部に圧着し、ループを形成することで、チップ電極とリード端子を接続する。昨今の小型化、入出力ピン数の増大、狭い電極ピッチでの接続、3次元実装などへの対応として、ボンディングワイヤの高強度・高弾性化が求められている。

ワイヤボンディングの工程では1秒間に8~10本のワイヤが高速接続される。半導体の集積度が増し、電極ピッチが狭くなるにつれてワイヤが細くなるため、ループ形成のための加工性と高い強度が必要だ。さらに接合部材、装置、封止樹脂などがワイヤの信頼性に密接に関連することから、総合的な検討、評価が必要となっている。

現在、狭いピッチに対応する最先端技術では、最も狭いもので35 μ mを実現している。これは、シャープペンの芯1本の太さ0.5mm(500 μ m)にワイヤが15本も配線されていることに相当する。また、半導体メーカーが用途によって異なる特性を持ったワイヤを使用するケースがあるため、商品ラインナップとして、汎用性の高い

「Tシリーズ」、最先端の狭ピッチ接続で用いられる高強度・高弾性の「NTシリーズ」のほか、エンジン周辺で使われる車載IC用として、高温環境に対応する「Gシリーズ」を揃えている。

「車載ICの場合、150 μ mで2,000時間耐え得る性能評価が実施されます。厳しい高温環境下では、特に接合部の封止樹脂との反応で腐食が進行し、接合強度が低下するなど不具合の原因となるため、腐食を抑える材料開発に取り組み、『Gシリーズ』を商品化しました」(技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主任研究員 宇野智裕)。

現在、(株)日鉄マイクロメタルでは、新たな材料によるボンディングワイヤの開発にも注力している。

「“金”をワイヤの材料としているのは、伸線性や性能の安定性など優れた特性を持っているからです。今後は新日鉄との連携の中で、金に近い特性を持った安価な材料も生み出していきたいと思っています」(川上)。



(株)日鉄マイクロメタル
営業推進部 部長
川上 洋司

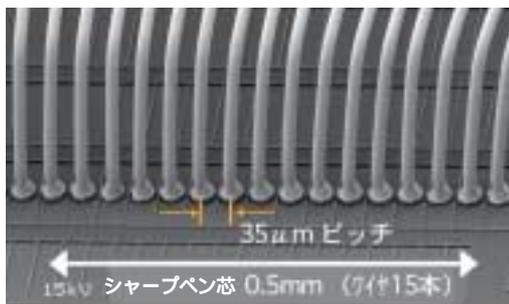


技術開発本部先端技術研究所
新材料研究部主任研究員
宇野 智裕

半導体用金ボンディングワイヤの開発

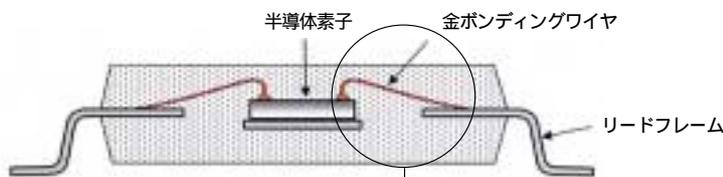
金ボンディングワイヤ：
半導体素子の電気信号を半導体パッケージ外部に与えるための接続材料。

35 μ mピッチ (高強度金ワイヤ、線径：15 μ m)

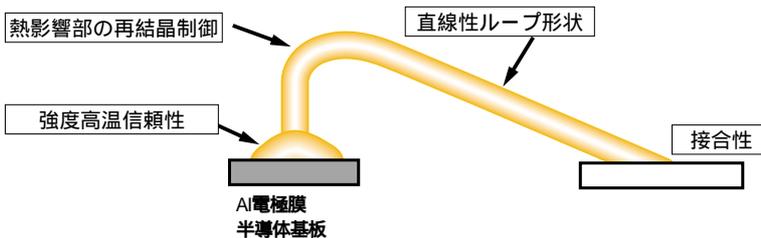


最も狭いピッチに対応するボンディングワイヤ

半導体用パッケージ断面図



ボンディングワイヤに求められるさまざまな特性



材料開発とプロセス開発を並行 半田微細ボール

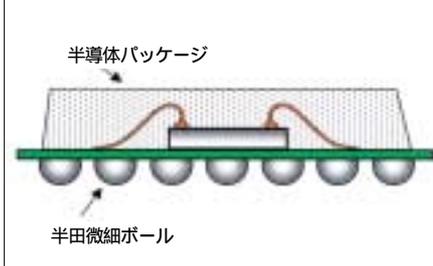
1992年当時、先端技術研究所では金線をカットして微細ボールを製造する技術を研究しノウハウを蓄積していた。これを応用した半田微細ボール製造に本格的に着手したのが1997年のことだ。

「私ども研究開発部隊は、(株)日鉄マイクロメタルの事業を全力で支援していくのが使命であり、1997年以降、半田製造プロセス開発（ワイヤカット法、SLIM法、UDS法）と半田材料開発（耐疲労、耐落下衝撃）を行ってきました。」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主幹研究員の田中将元は当時を振り返る。

新日鉄にはもともと線材を微細なワイヤに伸線する技術が蓄積されていた。半田微細ボールは、100 μ mの細さに伸線した半田ワイヤを一定寸に切断し、それを融点温度まで加熱することで、表面張力により形成される。

(株)日鉄マイクロメタルは1998年から半田微細ボールの販

半田微細ボールの開発



半田微細ボール：半導体パッケージと回路基板とを接続する材料。(株)日鉄マイクロメタルでは、各種パッケージに適用できる耐疲労性・搭載性に優れた半田ボールを提供している。

売を開始した。

「当社では特色ある技術商品としてモバイル品に対応する“小径”“鉛フリー”“耐落下衝撃に強い”ボールの商品開発に注力しました」(田中)。ボールサイズ760 μ mから100 μ mのうち、300 μ m前後のサイズが新日鉄グループでの主力だ。

「300 μ m前後のボールは、小型で大量の情報を処理する携帯電話やデジカメの需要が最も多く、とりわけ、耐落下衝撃性などの付加価値が強みとなるため、そこに焦点をあてました」(川上)。

(株)日鉄マイクロメタルの取引先である半導体メーカーから、鉛フリーで対落下衝撃に強いボールが求められ先端技術研究所で開発されたのが、通常の鉛フリーより銀の含有量が低い「LF35」だ。

「使用環境から見て、“耐落下衝撃性”はますます求められますから、『LF35』の営業を強化します。ハードディスク向け微細ボールの需要も伸びていくと予測しています」(川上)。

現在、半田微細ボール製造プロセスは、第1世代のワイヤカット法と第2世代のSLIM法を主力としているが、マイクロボールバンピングで使用する「マイクロボール」の製造技術として、新たな方式による第3世代の『UDS法』の開発を完了している。今後はさらに第4世代へと進化させていく。

このように生産性の向上を目指したプロセスの開発と新機能半田材料開発が平行して進められている。



技術開発本部先端技術研究所
新材料研究部主幹研究員
田中 将元

世界初の技術で量産

マイクロボール・バンピングサービス

ボンディングワイヤを使わず、裏返したチップと実装基板を直接接続（フリップチップ方式）する「バンパ接続法」は、小さなスペースで大容量・高速の情報処理を可能にする。

従来からのバンパ形成方法には「蒸着法」「めっき法」「スクリーン印刷法」の3つがある。

約40年前に開発された「蒸着法」は、真空チャンパー内でバンパ材料を蒸発させ、穴の空いたメタルマスクを通してウェーハの電極位置に被着させる。しかし設備投資や材料にロスが多くコストが高いため、汎用品には適さない。また蒸着のため金属が限定される。

現在最も多用されている「めっき法」は、電極部分にめっきによってバンパ材料を堆積させる。しかし成分調整が難しいため、鉛フリー材料の選択性に制限がある。また、安価な

「スクリーン印刷法」は、バンパ高さのばらつきがあり、狭い電極ピッチへの対応が困難である。

こうした従来法とは全く異なる発想で、数々の課題をクリアしたのが、新日鉄の「マイクロボールバンピング法」だ。

2005年3月、新日鉄は金めっきでは世界最大手のバンピングハウスであるカシオマイクロニクス(株)の青梅事業所内に先端技術研究所からマイクロボールバンピングの製造設備を移設（青梅バンピングサービスセンター）し、量産体制を整備した。

ウェーハ一括搭載マイクロボールバンピングの量産は世界初であり、新素材事業部や総合技術センター(RE)にとって、他社の工場内における生産設備の稼働も、初めての試みとなる（P6工程フロー参照）。

「マイクロボール製造からバンパ形成まで、新日鉄の材料技術、プロセス技術が最大限に活かされました。サイズばらつきの少ないボール製造から高精度のボール搭載技術まで、ユーザーニーズにマッチした一貫したトータルソリューションを提供できることが強みです」と、新素材事業部企画管理部BUMPグループリーダーの金子高之は自信を覗かせる。

マイクロボールバンピング法はバンプ高さのバラつきが少なく、接続の信頼性が高い。微細なため狭い電極ピッチにも対応できる。ボール材料の選択肢も幅広いため、錫、銀、銅の3元素を添加した鉛フリー半田や、高融点半田など、使用環境に合わせた多様な材料によるバンプを提供することができる。

「これまでは一括搭載装置のレベルアップに注力してきました。今後は、いかに歩留よく安定したバンプ形成を保証するかが重要です。量産化をきっかけに、高性能で経済合理性のある新技術開発に挑戦していきます」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主任研究員の橋野英児は語る。

ここではパートナーであるカシオマイクロニクス(株)との緊密な連携が成功の鍵を握る。



新素材事業部企画管理部
BUMPグループリーダー
金子 高之



技術開発本部
先端技術研究所新材料研究部
主任研究員 橋野 英児
(「青梅バンピングサービスセンター」駐在)

《マイクロボール・バンピングサービス 工程フロー図》

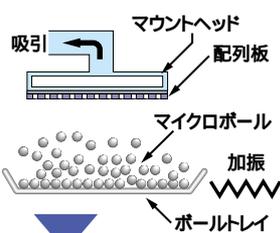
UBM (Under Bump Metal) 形成

- 電極のアルミと半田の密着性を高める金属 (UBM) を形成する。
新日鉄は3層構造を採用。金属膜の形成、電極形状への微細加工なども新日鉄技術者の発想から生まれた。腐食や疲労の解析については日鉄テクニロジーの技術が活用されている。
この工程をカシオマイクロニクス(株)に業務委託し、一貫した協力生産体制を構築。の前処理済みのウェーハについては、ボールバンピングのみも受託。

フラックス塗布

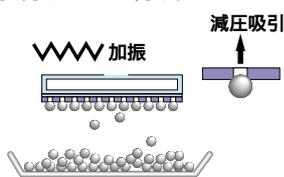
- ボールを仮止めするのりの役割とボール表面の酸化膜除去のため、フラックスを電極上に塗布する。
新日鉄では、お客様のウェーハの保護膜を傷つけないフラックスを開発している。

ボール吸着



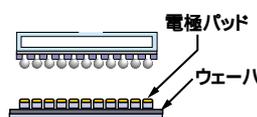
- ボールトレイを振動させて、マイクロボールを均一に分散させる。
- 電極と同じ位置に穴が空いている配列板を用意し、吸引によってボールを吸着する。

余剰ボールの除去



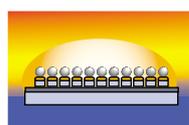
- 余剰に付着したボールは、超音波振動を与えて除去し、1つの穴に1個のボールが吸着するように制御。
- 画像処理によりボールの配列状態を検査。

位置合わせ・ボール搭載



- マウントヘッドをフラックス塗布したウェーハ上に移動し、ボール搭載位置を認識させる。マウントヘッドを下降させ、電極位置にボールを搭載する。

熱処理



- ボールを搭載したウェーハをリフロー炉で熱処理し、ボールを溶融させて電極に接合する。バンプが形成される。

洗浄

- フラックス残渣をクリーニングする。

出荷検査

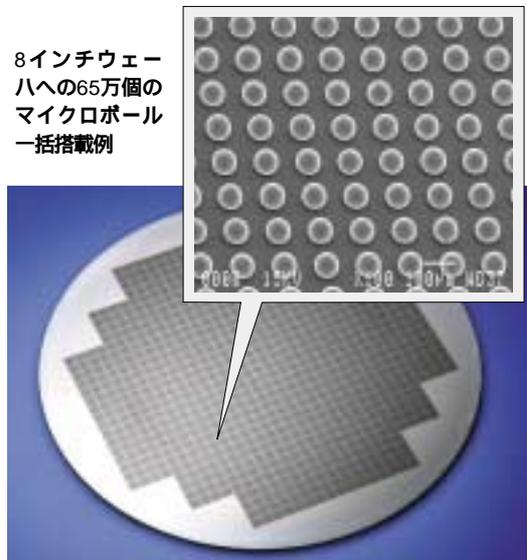
納品



「フラックス印刷機」(工程)
フラックスを電極上に塗布する。



「ボールマOUNTER」(~ 工程)
フラックスを印刷した上にマイクロボールを搭載する。量産に向けてキーとなる装置。



8インチウェーハへの65万個のマイクロボール一括搭載例



新素材事業部
企画管理部BUMPグループマネジャー
河野 太郎
(「青梅バンピングサービスセンター」駐在)

「事業化の先輩であるカシオマイクロニクス(株)から教えていただく量産化のノウハウは大きなメリットを生み出します。お客様からの期待が大変大きく、日々の努力を通じて、「マイクロボールバンピング=新日鉄」と呼ばれるような事業へと成長させたいと思っています」(新素材事業部企画管理部BUMPグループマネジャー 河野太郎)

金子は、「バンパ形成は材料がキーです。材料技術がなければきめ細かいソリューションは提供できません。また新たな材料の開発により、世界制覇もできます」と言い切る。いかにユーザーの条件に合ったソリューションを提供し、信頼を得るかにかかっている。今後の半導体マーケットにおいて、マイクロボールバンピング技術がフリップチップ実装のキーを握っていることは明白だ。

「量産体制は整いました。今後実績を積み、将来的には他社へのライセンス供与も視野に入れていきたいと考えています。お客様にとって確実にメリットがある新日鉄のバンピング技術でフリップチップの世界をリードしていきます」(金子)

世界一のバンピングハウス カシオマイクロニクス(株) モノづくりのビジネスモデルに

カシオマイクロニクス(株)は、「日本国内でのモノづくり」にこだわり技術を蓄積し、世界ナンバーワンのバンピングハウスとなったリーディングカンパニーだ。

「かつて半導体業界は10位以内に入らなければ市場から淘汰されると言われていましたが、生き残るためには常にナンバーワンであり続けなければなりません。そのためには他社に先駆けた技術革新が必須条件です」と、カシオマイクロニクス(株)常務取締役BUMP事業部長の佐藤俊一氏は語る。

商品サイクルが短い半田バンパ市場において、新日鉄のマイクロボールバンピング技術は大きな可能性を秘めていると、同社BUMP事業部BUMP生産技術部部長の金井孝一氏は言う。

「ニーズが高度化する中で、さまざまな材料でより微細なボールを製造し、バンパに適用できることは大きな強みです。また、プリント配線基板側の電極に3元系の半田を用いる場合もあり、我々が提供するバンパ側にも同じ3元系の材料が欲しいという要望がLSIメーカーから出ています。今後メモリーでも半田ボールを使用したいという話も聞きますので、微細なボールほど強みを発揮するでしょう」

半導体メーカーの半田バンパに対する関心の高まりは、カシオマイクロニクス(株)と新日鉄が共同出展した「半導体パッケージング技術展(2005年1月19~21日)」でも如実に現れた。

「ブースの資料を持ち帰った人数は去年の倍で、アンケー



トでは5%が現在使用中、さらに5%は採用予定との回答がありました。新日鉄は、半田バンパが実装の主流になりつつある良い時期に参入されたのではないのでしょうか(佐藤氏)。マーケットでは、環境保護の観点から鉛フリー化が必須条件になりつつある。

「現在はまだ高価な基板での対応が中心になっていますが、廉価な汎用基板で鉛フリーに対応できればさらに市場は広がると思います」(金井氏)

最後に、ボールバンピングのパートナーとしての新日鉄に対する期待を聞いた。

「例えば、金バンパに比べて半田バンパは電気抵抗が10倍あり、無駄が発生します。新日鉄は世界一の材料分析力、解析力を持っていると思いますので、電気抵抗の低い半田材料の開発など、本質的な部分での技術革新を期待しています。バンパの世界でお互いに最強のものを作り、日本のモノづくりの新しいビジネスモデルを構築していきたいと思います」(佐藤氏)



マイクロボール・バンピングサービスの量産化に携わるスタッフ一同



カシオマイクロニクス(株)
常務取締役BUMP事業部長
佐藤 俊一氏



カシオマイクロニクス(株)
BUMP事業部BUMP生産技術部 部長
金井 孝一氏

新日鉄グループの総合力で環境保全の一翼を担う 排ガス浄化触媒用メタル担体

世界に誇る高耐久性

「メタル担体」は、自動車の排気ガスを浄化するための金属製ハニカム体だ。これに排ガス浄化用の触媒が塗布される。エンジンから出される排気ガスを通させ、表面に塗られた触媒反応で炭化水素（HC）一酸化炭素（CO）や窒素酸化物（NOx）などの有害物質を水（H₂O）と炭酸ガス（CO₂）と窒素（N₂）に変換する。

近年、世界的な排ガス規制強化の流れから、こうした排ガス浄化用触媒は、四輪車や二輪車の必須部品となっている。新日鉄では、30μmという極薄ステンレス箔をハニカム状に加工し、独特の口ウ付け構造を有する高性能・高強度のメタル担体を量産し、市場で高い評価を得ている。

「排ガス規制への対応は、国やメーカーによって異なります。私たちは自動車会社の開発者の思いを受け止め、車種毎に異なるニーズに最適な品質を提供しています」と、新素材事業部金属箔応用商品部加工商品営業グループマネジャーの鹿澤知は語る。

メタル担体の浄化性能を向上させるには、金属箔を薄くし、排気ガスの熱で担体を素早く暖めると同時に、エンジン直下の過酷な条件での耐久性（耐熱・耐食性）が求められる。そうした中、「激しい振動や高い熱負荷に耐え得るといって“メタルならでは”の性能が高く評価されています」と鹿澤は続ける。

新日鉄のメタル担体は、現在主流のセラミック製の担体（押出成形品）に比べ、高強度で薄壁化（軽量化）でき、開口率が大きく圧力損失（通気抵抗）も少ない。また、成形が容易で形状の自由度が高い。そして最大の特長は、接合箇所を減らし、担体内部に生じる熱応力を低減して耐久性を高めた「独自の接合構造」にある。

全てを接合すると構造全体に大きな歪み（熱応力）が加わる。「15年前、接合構造によって変化する歪みを解析して、構造の柔軟性により熱応力を逃がす、独自の非対称接合構造

（門型構造）を開発しました。この革新的技術をベースに、さらに改良を重ね、耐久性を高めています」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主任研究員の紺谷省吾は語る。

排ガス高温化に対応

最近では、燃費向上（燃焼効率の向上）により排ガスは高温化する傾向にあるため、担体にはより高い耐熱性が要求されている。特に、高出力の“走り”を追求したガソリン車種でそのニーズは大きい。新日鉄では、独自の門型構造に加え、メタル担体の高温耐久性を飛躍的に高めた箔の材料開発にも成功した。

開発のポイントは、高温耐酸化性のカギを握るアルミニウムの含有量だ。

「通常、表面保護膜（酸化アルミニウム＝アルミナ）の生成のために少量（約5%）のアルミニウムを添加していますが、箔を極薄化すると、早期に異常酸化が生じやすくなります。アルミナを生成させるため、アルミニウムの含有比率を高める（7.5%以上）と硬化して脆くなってしまうため、製造プロセス開発に苦労しました」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主任研究員の稲熊徹は語る。

そして苦労の末確立したのが「高アルミ化技術」。製造プロセスに新技術を導入し、「耐酸化性」と「強度」を両立した画期的な技術だ。

薄くて浄化性能が高く、かつ高温



新素材事業部
金属箔応用商品部
加工商品営業グループ
マネジャー 鹿澤 知



技術開発本部
先端技術研究所
新材料研究部主任研究員
紺谷 省吾

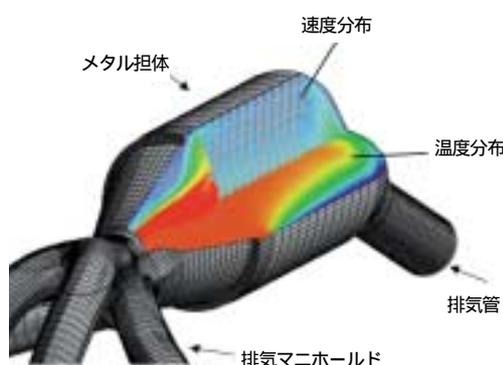


技術開発本部
先端技術研究所
新材料研究部主任研究員
稲熊 徹

新日鉄のメタル担体



新日鉄の優れた解析技術の事例



本田技研工業(株)二輪車へのメタル担体適用事例



インド向け機種
「ユニコーン」



株本田技術研究所朝霞研究所
第3研究ブロックテクニカル
マネージャー 石田 正雄氏



株本田技術研究所朝霞研究所
第3研究ブロック研究員
大久保 克紀氏

耐久性に優れたメタル担体を作り込むには、構造と材料の両面からアプローチする必要があったと言う。

「製鉄プロセス技術の中で培われた熱流体解析、構造解析を組み合わせ、厳しい酸化環境下で触媒効率を向上させながら高温耐久性を高める最適なバランスを導き出しています」と、紺谷は商品開発における解析技術の重要性を語る。

今後、高性能なメタル担体のニーズが高まる市場は、ディーゼル車と二輪車だ。特に二輪車は、アジア市場、特に中国、インドで排ガス規制が厳格化することが予想され、二輪車メーカーは先行して対応している。二輪車のエンジンは、熱負荷が高く振動も激しいため、高強度のメタル担体しか使用できない。

「高温耐久性以外にも、熱伝導性が良く、形状に自由度があるなど、“メタル”の魅力は尽きません。今後は、新日鉄住金ステンレス(株)も含めた“新日鉄グループの総合力”を活かし、さらに新たな市場を切り拓いていきます」(鹿澤)

「今後も、市場変化を先取りした材料開発に取り組み、得意分野を伸ばしながらニッチな市場分野に挑戦していきます」(稲熊)

「解析技術は最適な構造・材料を導き出すキーテクノロジーです。今後も営業・製造と一体となり情報を収集し、さまざまな使用環境に対応したデータ解析による提案を迅速に行っていきます」(紺谷)

高度化するニーズに応える

世界シェアの約30% (約1,000万台超/年) を占め、燃費技術のトップランナーである本田技研工業(株)の二輪車事業。新日鉄は昨年、同社の二輪車向けにメタル担体の量産・供給を開始した。二輪車は、中国(約1,000万台/年)やインド(約500万台/年)での需要が拡大している。

同社の二輪車開発を担う株本田技術研究所朝霞研究所第3研究ブロックテクニカルマネージャー(主任研究員)の石田正雄氏は、新日鉄のメタル担体採用の経緯を次のように語る。

「私はもともと冶金が専門で、以前から新日鉄の材料技術力を高く評価していました。新日鉄はすでに四輪車での実績

があり、二輪車用に提案されたメタル担体は、廉価で基本的構造の信頼性は高いものでした。当初、試作製品の品質にバラツキがありましたが、新日鉄はそこを地道に改善し、温度や振動など過酷な環境にある二輪車に適したメタル担体として、2004年、採用に至りました」

新日鉄は、何度も性能試験や構造解析を行い、信頼向上に努めてきた。

メタル担体を材料から開発・製造しているメーカーは、世界的に見ても新日鉄だけだ。材料開発、製品製造、品質保証の一貫体制や、総合技術センター(RE)が保有する高度な解析技術に対する評価は高い。

株本田技術研究所朝霞研究所第3研究ブロック研究員の大久保克紀氏は、新日鉄への今後の期待を次のように語る。

「モノづくりの本質は“現場・現物・現実”にあります。この三現主義は、ホンダが必死に実践してきた製品開発の理念です。これを軸に、新日鉄の優れた理論や技術を用いてメタル担体一つひとつの接合部の信頼性や形状精度など、製造品質のさらなる向上を共に目指したいと思います」

二輪車におけるメタル担体の市場は、排ガス規制強化の流れにある中国、インドに追随する形で急速に拡大すると予測されている。同社が今後製造・販売するほとんどの製品にメタル担体が搭載される予定だ。

「理想的な担体とは、軽量で圧力損失も少なくできる限り自らの存在を消せる“空気のような”担体です。メタル担体は、新日鉄の素材メーカーとしての強みと実力を思う存分発揮できる部品だと思っておりますので、期待しています」と石田氏は語る。

最後に、今後の抱負について伺った。

「社会に役立つものを発明・発見したいと思います。燃費向上技術は小さな技術の積み重ねで、排ガス浄化触媒も改良技術が主流です。今後、こうした社会や人に役立つ製品を、自ら発見・開発していきたいと思っております」(大久保氏)

「環境や社会への貢献を通して、後世に残るような技術の一つでも開発していきたい。それが技術屋としての夢であり、存在価値です。中長期的には人材育成が一番大切ですから、“志のある人間”を育てていきたいと思っております」(石田氏)

コアコンピタンスを活かしたニッチ製品

絶縁性と密着性で用途開拓

機能膜付きステンレス箔

ステンレス箔は、高純度なステンレス素材を高精度圧延して板厚を100 μ m以下まで薄くしたものだ。主にメタル担体やハードディスクドライブのサスペンション、携帯電話のボタンの皿パネ等に用いられている。

「さらなる用途拡大のため、鋼材のコーティング技術を活かし、ステンレス箔に新機能を付与する被膜形成技術を開発しています」と、技術開発本部先端技術研究所界面制御研究部主幹研究員の久保祐治は語る。

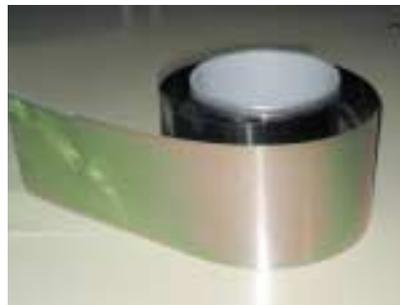
先端技術研究所が開発した独自のポリマーアロイ技術を利用した有機フィルム「O-PET」は、建材用途向けのラミネート鋼板として既に商品化されている。この「O-PET」や、「ゾルゲル膜」(無機材料と有機材料を原子・分子レベルでつなげハイブリッド化したもの)を含め種々の材料をステンレス箔にコーティングする技術を開発している。

例えば、ゾルゲル膜をコーティングしたステンレス箔。絶縁性と密着性を持ち、防錆性と加工性、剛性、耐熱性を兼ね備えた基板製造が可能になることから、電気製品など

で従来用いられているガラスや他の金属の代替材料として期待されている。

各種電池や高機能電子部品の基材分野の市場参入を目指す中で、注目されるものの一つは太陽電池だと言う。現在太陽電池は、電卓などに使われる薄膜系シリコンの開発が進み、光電変換効率の向上によって屋根材などに使われる可能性が高まっている。

「この薄膜系シリコンの基材として機能膜付きステンレス箔を用いれば、硬く加工しにくいガラス基板とは異なり、曲げ加工などによるデザインの自由度が広がります。現在商品化に向けて、新素材事業部と連携して開発・営業を展開しています」(久保)



ゾルゲル膜付ステンレス箔



技術開発本部先端技術研究所
界面制御研究部主幹研究員
久保 祐治

耐熱衝撃、耐酸化性に優れた

高温プロセス用 ファインセラミックス

高温、腐食など過酷な環境にさらされる設備、例えば、高速の熱風ガスを送る制御用部材は、激しい熱衝撃と酸化雰囲気さらされる。そのため、短期間で交換が必要なものもあるが、そこに新日鉄のファインセラミックスが適用され、実績をあげている。

新日鉄は、半導体製造装置向けセラミックスの製造・販売を中心とするファインセラミックス事業を1992年に開始した。耐熱性が高く、熱膨張が少なく熱変動にも強いセラミックスは、軽くて硬く、耐薬品性、電気絶縁性を備えており、素材として大きな可能性を秘めていたからだ。その代表例がサイアロン、NEXCERAなどの低熱膨張材料だ。

「地道に技術とノウハウを蓄積し、工場も整備され大型部材への対応も可能になったため、各種設備の長寿命化に向けて実機適用検討を開始しました」と、技術開発本部先端技術研究所新材料研究部主任研究員の松林重治はその経緯を振り返る。

そして新日鉄が長年蓄積した鉄の組織制御技術を活かし、環境・プロセス研究開発センター(EPC)と連携し、優れた耐熱衝撃性、耐酸化性、高温曲げ強さを併せ持つニーズ対応型ファインセラミックス材料の開発に成功した。

「技術開発のポイントは、焼結に必要な助剤の高融点化とマトリックス結晶粒を微細化する組織制御です。助剤を高温酸化雰囲気中で最も安定な化合物相に完全結晶化させ、同時に特定の元素を添加することで、高温下で進むマトリックス結晶粒の成長を抑制し(ピン止め効果)、必要な高温特性を全て高めることに成功しました」(松林)

ファインセラミックスは、既に各種の高温ガス制御用部材や耐摩耗ロール部材で採用され、市場で高い評価を得つつある。

「今後も実績を重ねていくことで、ごみ熔融炉の炉材など、社会に役立つ材料としての広がりが期待できます」(松林)



技術開発本部先端技術研究所
新材料研究部主任研究員
松林 重治