

【特集：廃棄物からのレアメタル回収】

家電メーカーのレアメタル回収リサイクルの取り組み

辻 口 雅 人*・土 居 英 樹**

【要 旨】 ハイテク製品には、レアメタルを駆使して機能を実現しているものが少なくない。近年、需要が増加している液晶ディスプレイも例外ではなく、透明電極材料にレアメタルであるインジウムを使用している。液晶ディスプレイの増産に伴い、インジウムの需要も増加している。もともと生産量の少ないこともあって、液晶ディスプレイメーカーにとってインジウム資源を確保することは将来にわたって重要である。そこで、著者らは液晶ディスプレイパネルからインジウムを回収リサイクルする方法の開発に取り組み、イオン交換樹脂を用いた簡便で省エネルギーな方法を開発した。240 kg/Hの液晶ディスプレイパネルを処理可能な実証機を作製し、製造工程から排出される工程不良パネルを用いた実証実験により、インジウム回収率94%が得られた。

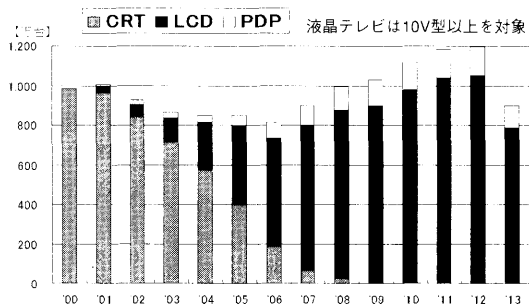
キーワード：液晶ディスプレイ、透明電極、インジウム、塩酸、イオン交換樹脂

1. はじめに

液晶ディスプレイは、省電力、省スペース、軽量といった特徴から、テレビ、パソコンモニター、携帯電話、カメラなど様々な分野で幅広く利用されている。とくに、液晶テレビは、大画面化および表示性能の向上と相俟って、近年、出荷台数が急激に増加している。図1にテレビの国内出荷台数の推移を示す。液晶テレビの国内出荷台数は、年率10~30%の伸びを示しており、すでに2005年にブラウン管テレビを上回っている。世界出荷台数も急速に増加しており、2009年にブラウン管テレビを上回ると予測されている¹。

ところで、近年、持続可能型社会への転換が世界レベルで叫ばれ、地球環境問題への関心が高まっている。市場規模が拡大基調にある液晶ディスプレイ製品において

も、環境安全性、環境配慮設計、リサイクル性などへの要求が強くなっている。とくに、リサイクルに関し、液晶ディスプレイを使用した製品の生産量増加に伴い、排出量も今後増加傾向になることが予測されている。液晶テレビの排出台数は、今後、2013年まで年率2桁以上の高い伸びを示すと予測されており、出荷台数の伸びを考慮すると、2013年以降も排出台数は伸び続けると推測される。したがって、使用済み液晶ディスプレイから効率的に資源を回収し、有効に利用することが求められている。さらに、2009年度から薄型テレビが家電リサイクル法（特定家庭用機器再商品化法）の対象品目に進



・2012年までは、JEITA「AV主要品目世界需要予測(2008年2月)」による
 ・2013年はJEITA・デジタル家電リサイクル委員会にて予測
 ・2007年までは出荷実績

図1 テレビの国内出荷台数推移¹

原稿受付 2009. 2. 23

* シャープ株式会社 環境安全本部環境技術開発センター

連絡先：〒632-8567 奈良県天理市機本町2613-1

シャープ株式会社 環境安全本部環境技術開発センター 辻口 雅人

E-mail: tsujiguchi.masato@sharp.co.jp

** 株式会社アクアテック

連絡先：〒554-0024 大阪市此花区島屋4丁目2番7号

島屋ビジネスインキュベータ102号室

株式会社アクアテック 土居 英樹

E-mail: h-doi@aquat.co.jp

加され、液晶テレビ特有の部品である液晶ディスプレイのリサイクル技術開発は重要課題となっている。

製造工程をみると、液晶ディスプレイを使用した製品の普及と画面サイズの大形化により、製造に用いられる液晶材料、ガラス基板、電極材料などの部材使用量が急激に増加している。これに伴い、液晶ディスプレイ製造工場で発生する工程不良材や廃液などについても資源を回収し、有効に利用することが望まれており、そのための技術開発が重要となっている。

液晶ディスプレイには透明電極材料としてレアメタルであるインジウムが使用されており、資源有効利用の観点で重要である。インジウムは液晶ディスプレイ生産量の増加に伴い使用量が急激に増加しており、需給バランスが逼迫する懸念がある。インジウムは液晶ディスプレイに不可欠な資源であり、液晶ディスプレイメーカーにとってインジウム資源を将来にわたり安定的に確保することが重要となっている。

以上の観点から、著者らは廃棄された液晶ディスプレイや製造工場から排出される工程不良材などの不要となった液晶ディスプレイに使用されているインジウムに着目し、資源として有効に利用するための回収リサイクル方法の開発に取り組んでいる。本稿では、液晶ディスプレイの表示部である液晶ディスプレイからインジウムを回収しリサイクルする方法の研究成果について概要を述べる。

2. インジウム回収リサイクルの現状

図2に液晶ディスプレイの表示方式の一つである、TFT (Thin Film Transistor, 薄膜トランジスタ)方式の液晶ディスプレイパネルの断面構造を示す。液晶ディスプレイパネル(以下液晶パネルと表記)は、液晶ディスプレイの表示部にあたり、偏光板、ガラス基板、カラーフィルター、ITO電極、配向膜、液晶、封止材、ガラス基板、配向膜、ITO電極、偏光板から構成される。透明電極には、その特性と製

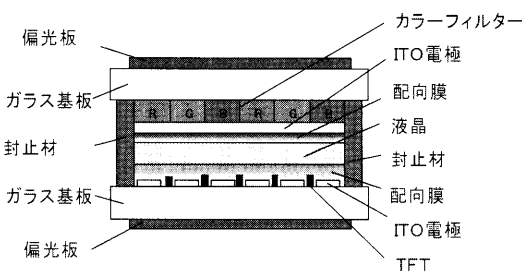


図2 液晶パネルの断面図

造プロセスへの整合性の観点から、ITO (Indium Tin Oxide, インジウムスズ酸化物)が使用されている。

透明電極材料として知られているITOは、電気特性、光学特性、加工性などの点で優れており、ディスプレイ、太陽電池、タッチパネルなどの多くの用途に利用されている。ITOの主原料であるインジウムの国内需要は、2001年以降、年率10~30%で増加しているが、これは液晶ディスプレイなどに用いられる透明電極用ITOターゲット材料向け用途が急激に拡大しているためである。インジウムは、もともと生産量が少ないこともあって、需要の増加に伴い2003年から2005年にかけて価格が高騰し、一時は価格が10倍となる事態となった。今後、液晶テレビの増産によりインジウムの需要は、さらに増加すると予測される。

図3に液晶産業におけるインジウムの使用実態を示す。液晶パネルの製造に使用されているインジウムは、スパッタリングのITOターゲット未使用分、スパッタリング装置付着分、液晶パネル搭載分(エッチング液に溶出する分を含む)に大別される。ITOターゲット未使用分については、ターゲットメーカーが回収し再利用する仕組みが確立されており、ITOターゲット未使用分の90%以上が循環利用経路に組み込まれている。残りは、スパッタリング装置付着分と液晶パネル搭載分であるが、液晶パネル製造工場では2005年4月からスパッタリング装置付着分インジウムのリサイクルを開始している。一方、液晶パネル搭載分については、低コストかつ高純度でインジウムを回収する技術が確立されていないのが現状である。また、製造プロセスにおいても、パターン形成のためにエッチング液中に溶出するインジウムについて、効率的に回収する技術が求められている状況である。

インジウムを含んだスクラップなどからインジウムをリサイクルする方法としては、ITOターゲット等から

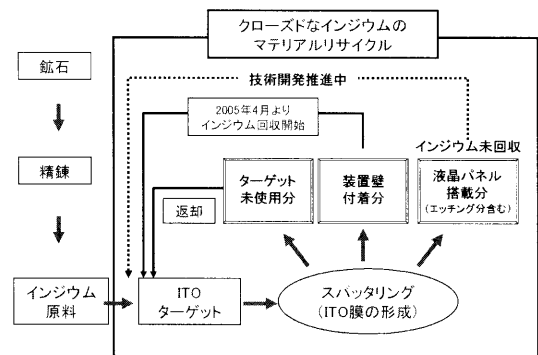


図3 液晶パネル工場のインジウム使用実態

塩酸や硫酸によりインジウムを溶出させた後、硫化物法もしくは水酸化物法や置換析出法、溶媒抽出法、電解採取法により、不純物金属イオンを除去した後インジウムを分離回収し、電解精錬法等によって精製する方法がある。

しかしながら、硫化物法および水酸化物法は、インジウムを分離回収する際にpH調整を行うため多くのアルカリ剤が必要となる。また、置換析出法を使用した場合、亜鉛等の大量の金属資源を消費する。溶媒抽出法は、有機溶媒を使用した場合の廃液処理が容易ではないといった課題がある。これらのインジウムのリサイクル技術は、主にITOターゲット等の未使用分やスパッタリング装置付着分のような高濃度スクラップからインジウムを回収する技術であり、使用済み製品や製造工程における不良品等の液晶パネルやエッチング廃液から回収する技術は確立されていないのが現状である。

3. イオン交換樹脂による新規インジウム回収方法

著者らが今回開発したインジウムリサイクル方法は、インジウムを吸着させることができるアニオン交換樹脂を使用した、簡便で省エネルギーに貢献できる環境負荷の小さなリサイクル方法である²⁾。その方法の概要について以下に説明する。

3.1 インジウムの吸着メカニズム

インジウムは、塩酸を主成分とする溶液中では、インジウムと塩化物イオンからなるアニオンの特性を持ったインジウム・クロロ錯体を形成する。したがって、インジウムを含んだ塩酸溶液をアニオン交換樹脂と接触させると、インジウムは樹脂に吸着する。つぎに、インジウムが吸着したアニオン交換樹脂を水と接触させると、溶液中の塩化物イオン濃度が低下することにより配位子が塩化物イオンから水分子に置換され、インジウムはインジウム・アquo・クロロ錯体となってカチオン化する。カチオン化したインジウムは、アニオン交換樹脂との吸着力が低下し脱離する(図4)。すなわち、インジウムを含んだ溶液中の塩化物イオン濃度が高い場合、インジウムは樹脂に吸着し、低濃度になると樹脂に吸着しない。

以上のことから、インジウムが吸着したアニオン交換樹脂に接触した溶液の塩酸濃度を連続的に測定し、その濃度変化に基づいて塩酸濃度の高い塩酸回収液と、塩酸濃度が低くインジウム濃度の高いインジウム回収液を分別することが可能となる。また、この回収方法は、インジウムの錯体形成を利用してアニオン交換樹脂への吸脱

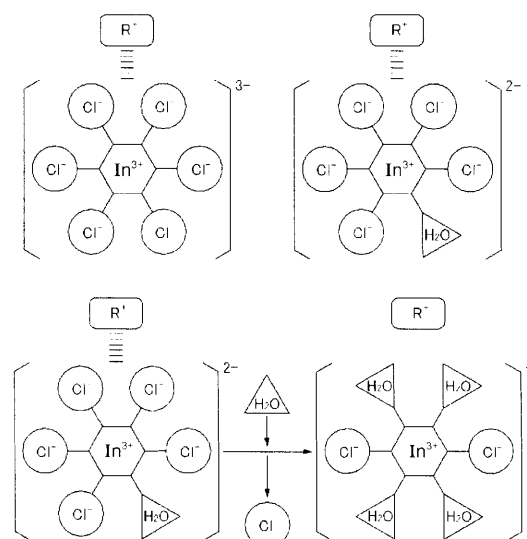


図4 インジウムの吸着・脱離メカニズム

着を行うため、アニオン交換樹脂の劣化が少ないといった利点もある。

3.2 インジウムの回収リサイクルフロー

アニオン交換樹脂への吸着メカニズムを利用したインジウムの回収リサイクルフローを図5に示す。

3.2.1 インジウム溶出

液晶パネルを10mm以下の大きさに破碎し、液晶パネル中のITOを塩酸を主成分とする酸に溶出させる。ここで、液晶パネルを破碎することにより、ITOの溶出を促進している。溶液中のガラス、フィルム等の不純物はろ過により除去する。表1に基礎実験で得られたインジウム含有塩酸溶液の組成を示した。透明電極材料のインジウムおよびスズの他、液晶パネルの電極に使用されているアルミニウム等の不純物金属が含まれる。

3.2.2 インジウム吸着

得られたインジウムおよび不純物金属を含有する塩酸溶液を、アニオン交換樹脂を充填したカラムに通液する。上述のメカニズムにより、インジウムはスズとともにアニオン交換樹脂に吸着し、アルミニウム等の不純物金属はそのまま通過する。したがって、カラムを通過した液は、インジウムが除去された高濃度の塩酸溶液として回収することができる。具体的には、電気伝導率計などによりカラムを通過した塩酸溶液の塩酸濃度を連続的に測定し、塩酸濃度の高い塩酸回収液を分別回収する。塩酸回収液は、液晶パネルからインジウムを溶出するための塩酸として再利用する。また、吸着操作初期などのインジウム濃度と塩酸濃度ともに低い通過液は、放流液とし

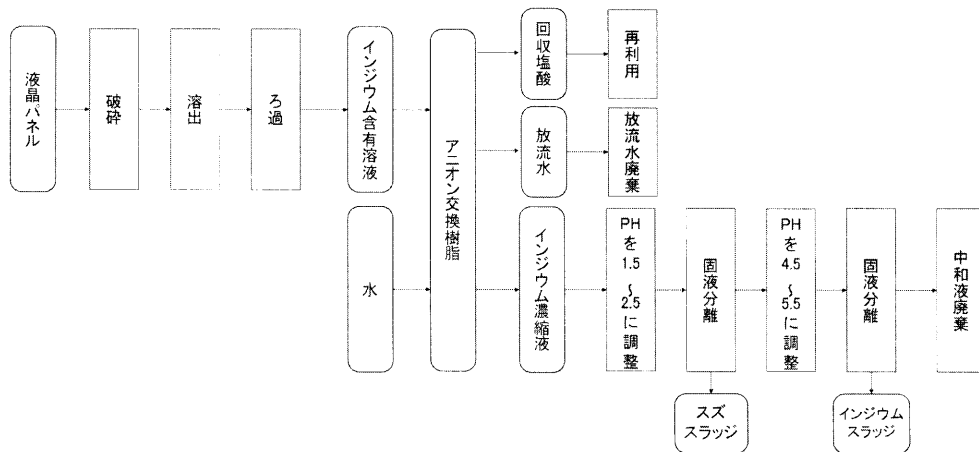


図5 インジウム回収の処理フロー

表1 インジウム含有塩酸溶液の組成

塩酸溶液の組成 (mg/L)			
In	Al	Sn	Cl
787	130	43	34.475

表2 インジウム回収液の組成

インジウム回収液の組成 (mg/L)			
In	Al	Sn	Cl
2.057	5	6	8.400

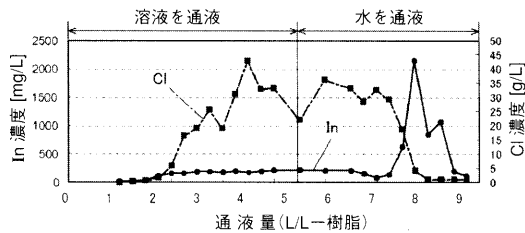


図6 塩酸溶液中におけるインジウムの吸着挙動

て中和などの適正な廃液処理を施す。

図6にインジウム回収処理を行った際のカラム通過液のインジウムおよび塩化物イオン濃度を示す。図の通流量2.5から7.5 L/L-樹脂に見られるように、インジウム含有塩酸溶液中の塩酸濃度が高いと、インジウムがアニオン交換樹脂に吸着されるため、カラムをほとんど通過せず、高濃度の塩酸のみが通過しているのがわかる。このとき、スズもアニオン交換樹脂に吸着される。図の通流量2.5 L/L-樹脂以下に見られるように、インジウム吸着操作初期は塩酸濃度が低く、放流液として回収する。その後、カラムを通過する塩酸濃度が高くなると塩酸回収液として分別回収する。

3.2.3 インジウム回収

次に、インジウムを吸着させたアニオン交換樹脂を充填したカラムに水を通液すると、インジウムをアニオン

交換樹脂から脱離させ回収することができる。図5において、カラムへの通流量7.5から9.0 L/L-樹脂にかけて、塩酸濃度が低下すると同時に高濃度のインジウム溶液が得られていることがわかる。すなわち、上述のように、塩酸濃度の低下に伴いインジウム・クロロ錯体がインジウム・アクオ・クロロ錯体へと変化するため、インジウムがアニオン交換樹脂から脱離する。表2に基礎実験で得られたインジウム回収液の組成を示した。アニオン交換樹脂に吸着しないアルミニウムの濃度が大幅に低下し、他に透明電極材料でアニオン交換樹脂に吸着されるインジウムとスズが含まれている。イオン交換の詳細な収率は、後述の実証実験の項で説明する。

インジウム回収液はインジウムおよびスズを含有しているため、インジウム回収液に水酸化ナトリウムを添加してpHを1.5から2.5の範囲に調整させると、スズを水酸化スズとして沈殿させ固液分離し、インジウム溶液が回収される。

スズを分離した後、インジウム回収液のpHを4.5から5.5の範囲に調整すると、インジウムが水酸化インジウムとして沈殿し、高純度の水酸化インジウムのスラッジが得られる。

4. インジウム回収実証実験

上述の基礎研究をもとに、液晶パネルの製造工場で製造工程から排出される液晶パネルを用い、インジウムを回収リサイクルする実証実験を行った。

4.1 実証実験装置

図7に、本検討で開発した実証実験装置を示す。実験装置は、液晶パネルから塩酸を用いてITOを溶出し、インジウム含有塩酸溶液を得るための「インジウム攪拌溶出装置」と、その回転ドラム溶出装置へ塩酸および洗浄水を供給する「塩酸・水供給装置」と、インジウム含有塩酸溶液からインジウムを分離回収するための「インジウム回収装置」から構成される。

「インジウム攪拌溶出装置」は、回転・揺動可能な溶出槽を備え、基本的に密閉状態で液晶パネルおよび塩酸の投入から排出まで可能である。また、「インジウム回収装置」は、本検討のインジウム回収リサイクル方法のホイントであるアニオン交換樹脂のカラムを基本構成とし、塩酸溶液の通液とインジウム脱着用の水の通液を自動制御し、インジウムとスズをそれぞれ水酸化物として連続的に分離回収できる反応槽を備える。液晶パネルの破砕は、すでに液晶パネル製造工場において製造工程から排出される工程不良液晶パネル等で実施しており、そこで使用していた既存の装置を使用した。

4.2 インジウム溶出工程

液晶パネルからの効率的なITOの溶出には液晶パネルの破砕サイズ、溶出温度、液晶パネルと塩酸溶液の混合比等が影響する。これらは相互に関連するので、まず、

テーブルテストでの詳細な実験結果から条件の最適化を図った。

まず、溶出時の塩酸温度とインジウム溶出量の関係を調べた。結果を図8に示す。実験では製造工程で発生した工程不良材の液晶パネル1kgを5mm以下に破砕し、7%の塩酸溶液を用いた。液晶パネルと塩酸溶液の質量比（液晶パネル/塩酸溶液）は、1/3とした。塩酸温度が25℃のとき、インジウムの溶出量は溶出時間約2時間で飽和し、その後は一定値となった。この結果から、25℃の場合は、溶出時間2時間でインジウムがすべて溶出されたと考えられる。また塩酸温度が40℃のとき、インジウムの溶出量は溶出時間約1時間で飽和し、1時間以降溶出量は一定である。この結果から、塩酸温度40℃の場合は、溶出時間約1時間でインジウムがすべて溶出可能であると考えられる。

次に、インジウム溶出時の液晶パネルと塩酸溶液の質量比と溶出速度との関係を調べた。液晶パネルの破砕サ

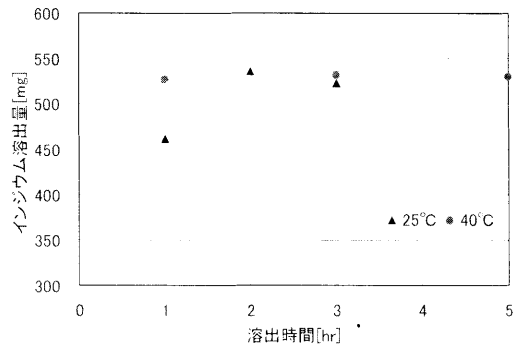


図8 塩酸温度とインジウム溶出量の関係

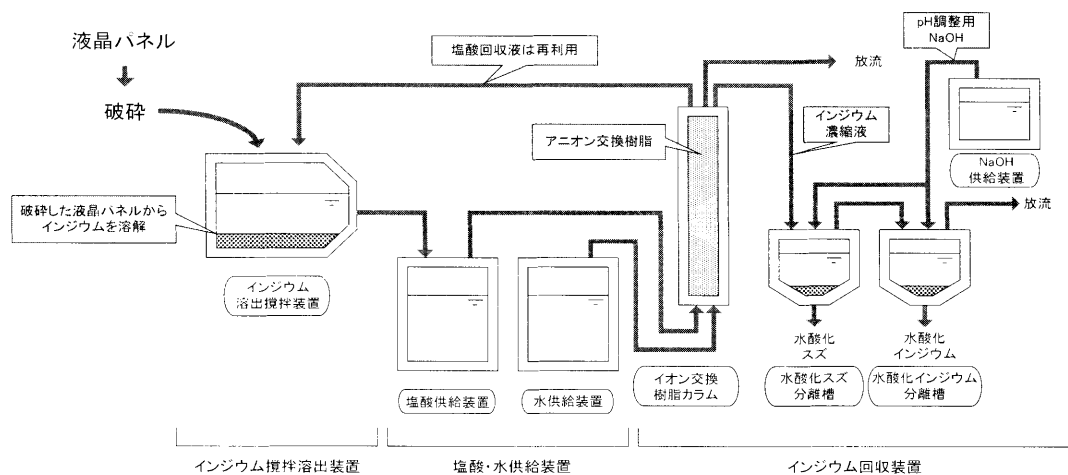


図7 実証実験装置の模式図

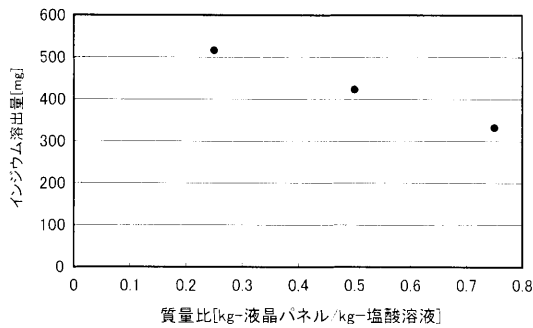


図9 液晶パネル/塩酸溶液の質量比とインジウム溶出量の関係

イズは5 mm、質量は1 kg、塩酸濃度は7%、塩酸温度は25℃とした。結果を図9に示す。質量比（液晶パネル/塩酸溶液）が大きくなると、溶出速度は小さくなるのがわかった。後述の実証実験時には、液晶パネル処理能力との関係から混合比を設定した。

上述の実験結果から、「インジウム攪拌溶出装置」を用いて溶出工程の実証実験を行った。作業安全性、液晶パネル処理量および処理効率を考慮し、実証実験時に用いた液晶パネルは20 kg、液晶パネル破砕サイズは5 mm、塩酸濃度は7%、溶出時の塩酸温度は25℃、質量比（液晶パネル/塩酸溶液）は0.25、溶出時間は2時間とした。さらに、溶出操作を行い回収したインジウム含有塩酸は、繰り返し4回液晶パネルからのインジウム溶出に用い、インジウム濃度を増加した。実証試験の結果、インジウム濃度610 mg/Lのインジウム含有塩酸溶液18.3 Lが得られた。

4.3 イオン交換工程

上述の溶出試験で得たインジウム含有塩酸溶液を原液として、「インジウム回収装置」を用いて塩酸の回収およびインジウム回収の試験を行った。塩酸回収液とインジウム濃縮液との分離、回収したインジウム濃縮液から水酸化インジウムおよび水酸化スズの回収を行った。表3にイオン交換法により得られたインジウム濃縮液、塩酸回収液、放流液（インジウムも塩酸濃度ともに低い部

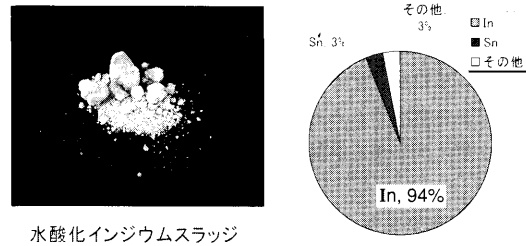


図10 水酸化インジウムの成分比率

位)の量、およびそれぞれに含まれるインジウム、塩酸濃度を示す。インジウムの収率を見ると、インジウム濃縮液に84%、塩酸回収液に10%、放流液に5%含まれる。インジウム濃縮液および塩酸回収液に含まれるインジウムは回収可能であり、インジウム回収率としては、94%が得られた。また、塩酸回収液には原液の塩酸の89%が回収されることがわかった。スケールアップした実証実験機によりインジウム回収率94%の実証に成功した。

図10は、実証実験で回収したインジウムスラッジの成分含有比である。インジウム含有比率94%、スズが3%であり、高純度のインジウムスラッジが得られた。

5. ITO エッチング廃液からのインジウム回収

図3に示したように液晶パネルの製造工程では、ITO エッチング廃液に含まれるインジウムも資源として有効に利用されていないのが現状である。液晶パネルメーカーが使用するITO 薄膜エッチング液の動向は、歴史的に見ると硝酸系、塩化第二鉄（塩酸）系、シュウ酸系へと変遷している。高画質化に伴う液晶パネルの高精細化により、エッチング技術は高度な制御性が要求されるが、硝酸系ではエッチングレートや形状の制御が難しいことから、塩化第二鉄系よりさらに制御しやすいシュウ酸系の採用が進んでいる¹⁶⁾。こうした背景を踏まえ、著者らはイオン交換樹脂法によるシュウ酸エッチング廃液からのインジウム回収を検討しているので紹介する。

著者らが開発した上述のインジウム回収方法を応用したITO 薄膜のシュウ酸系エッチング廃液からのインジ

表3 実証実験で得られたインジウムおよび塩酸の収率

	水量(L)	インジウム			塩酸		
		濃度 (mg/L)	量 (mg)	収率	濃度 (mg/L)	量 (g)	収率
溶出液 (原液)	18.3	610	11,183		43,750	802	
塩酸回収液	18.3	62	1,130	10.1%	39,060	715	89.1%
インジウム回収液	6.7	1,412	9,411	84.2%	9,963	66	8.3%
放流液	12.7	43	548	4.9%	2,048	26	3.2%
合計			11,090			807	

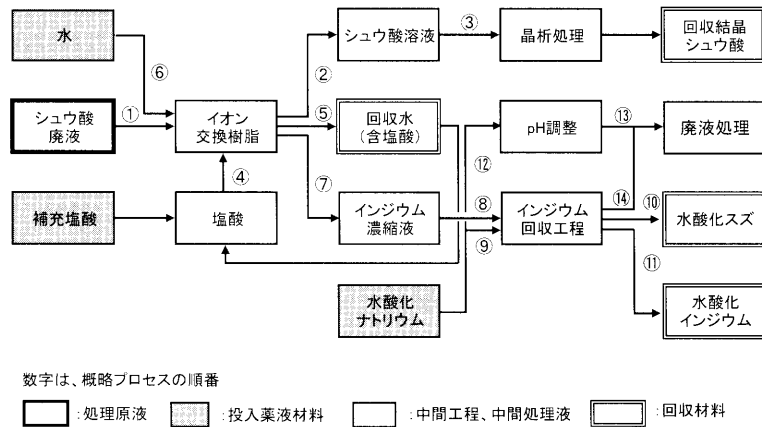


図 11 シュウ酸系エッチング廃液からのインジウム回収フロー

ウムリサイクル処理のフロー概要を図 11 に示す。

上記の公開特許公報⁶⁾でも、シュウ酸系 ITO エッチング廃液からのインジウムリサイクル法が述べられているが、本法はインジウムのみではなくシュウ酸の回収も可能であり、資源がさらに有効利用できる。

シュウ酸系 ITO エッチング廃液中のインジウムは、インジウム・オキザレート錯体として存在する。これをアニオン交換樹脂に通液すると、インジウム・オキザレート錯体は、アニオン交換樹脂に吸着される。次に、1~5N の塩酸溶液を通液すると、アニオン交換樹脂に吸着されたインジウム・オキザレート錯体は、シュウ酸と塩酸が置換され、インジウム以外の金属と濃縮されたシュウ酸溶液が流出する。このときインジウムはクロロ錯体としてアニオン交換樹脂に再吸着される。濃縮されたシュウ酸溶液は、晶析処理によってその他の金属分と分離され、高純度結晶シュウ酸として回収される。一方、アニオンイオン交換樹脂に吸着されたインジウム・クロロ錯体は、3.2 で述べたインジウム回収プロセスによって、高純度なインジウムが回収できる。工程のフローは図中数字の順であるが、1 から 7 までは繰り返し行い、6、7 および 8 以降の工程は 3.2.3 と同様である。

本法は、インジウムのほか、高純度の結晶シュウ酸が高効率で回収可能である。さらに、脱離用塩酸の回収も可能であり、環境負荷が小さく省エネルギーといった特徴がある。

6. おわりに

電気・電子機器の高機能化により、これらに使用されるレアメタルは増加傾向にある。レアメタルは産業のビタミンと呼ばれ、ハイテク機能の実現には必要不可欠な

資源であり、一方で将来的な資源確保に不安がある。このような状況を鑑み、著者らは生産量が急激に増加している液晶パネルからインジウムを回収する研究に取り組む。液晶パネル製造工場から排出される工程不良液晶パネルを用いた実証実験により高効率なインジウムの回収を実証した。一方で、以下の課題が明らかになり、現在さらなる研究を推進中である。

インジウムの溶出工程において、今回開発した方法は溶解槽に回転や振動を加えて溶出の効率アップを図っている。インジウム量に対して液晶パネルの質量が大きいことから、機械的エネルギーが大きくなり、設備が過大になるといった課題がある。この装置の対策として、新規溶出装置を設計した(図 12)。この装置は溶出用塩酸溶液を循環させ、液晶パネルや溶出槽に機械的な回転や振動などの混合動作を加えない静置構造としている。液晶パネルに機械的な攪拌、混合をすることなく、従来の自転式溶出装置と同等のインジウム溶出性能が得られており、省エネルギーで高効率な方法である。

さらに、固定槽としたことで槽容積の設計自由度が大きくなり、溶出時間を長くすることで溶出効率を向上しながら、相対的にプロセス時間の短縮を図ることができるといった特徴のほか、溶出液が反応性の高い強酸であっても溶出槽を固定・密閉できるので雰囲気汚染の問題も解消できる可能性がある。

また、実用化に向け低コスト化と低環境負荷な方法の研究に取り組んでいる。その一例として、本稿ではシュウ酸系 ITO エッチング廃液からのインジウム回収法を紹介した。ここで培ったノウハウを展開し、使用済み製品からのさらに高効率なインジウム回収法へと展開することを見据えている。本研究の成果が、循環型社会の形成に寄与することを期待している。

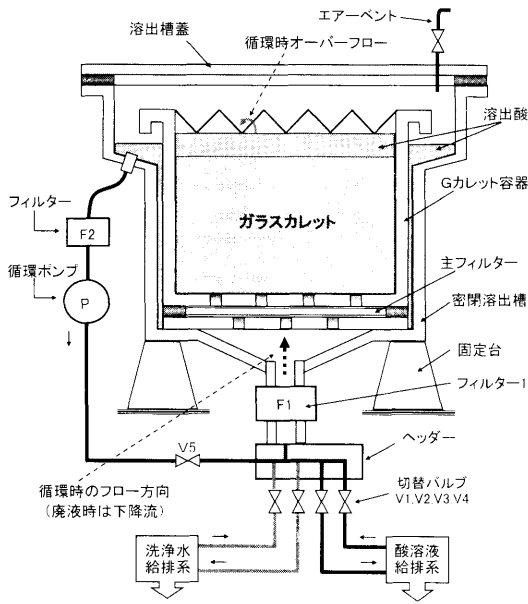


図12 新規インジウム溶出装置

〔謝 辞〕

最後に、本研究を進めるにあたり、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝致します。本研究の実証実験は、平成17年度の経済産業省地域新規産業創造技術開発費補助事業としてシャープ株式会社重事業所の協力の下に株式会社アクアテックが行いました。

参 考 文 献

- 1) 産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会 電気・電子機器リサイクルワーキンググループ中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会家電リサイクル制度評価検討小委員会合同会合(第7回) 配付資料(2007)
- 2) 工業レアメタル, No.121, アルム出版社(2005)
- 3) 国際公開広報:国際公開番号 WO 2006-006497 A1, 国際公開日 2006.1.19 (特願 2004-20361 2004年7月9日)
- 4) 公開番号 特開 2002-124506 (P2002-124506A)
- 5) 公開番号 特開 2005-325082 (P2005-325082A)
- 6) 公開番号 特開 2008-13795 (P2008-13795A)

Rare Metal Recovery and Recycling in Consumer-electronics Production

Masato Tsujiguchi* and Hideki Doi**

* Environmental Research and Development Center, Environmental Protection Group, Sharp Corporation

** Aquatech Corporation

* Correspondence should be addressed to:

Masato Tsujiguchi

Environmental Research and Development Center, Environmental Protection Group, Sharp Corporation

(2613-1 Ichinomoto-cho, Tenri, Nara 632-8567 Japan)

Hideki Doi

Aquatech Corporation

(Shimaya Business Incubator #102, 4-2-7,

Shimaya, Konohana-ku, Osaka 554-0024 Japan)

Abstract

Many kinds of high-tech products require rare metals in order to function. This is also true in the case of LCDs (liquid crystal displays), which are currently in increasing demand. The LCD is a product requiring indium resources for its transparent electrode material. As the production of LCD TVs increases, the demand for indium will simultaneously increase in the future. This makes it important for LCD manufacturers to plan for the securing of indium resources, of which production is in limited quantity. We are developing technologies that work to recover indium resources from LCDs. In particular, the simple and energy-saving ion-exchange resin method is proving to be significant. We have constructed demonstration equipment that can process 240 kg of waste LCD panels per day, achieving a recovery rate of 94%.

Key words: LCD, transparent electrode materials, indium, hydrochloric acid, ion exchange resin