

30 ガリウム (Ga)

30 ガリウム(Ga)

30.1 マテリアルフロー分析

国内で新地金を生産しているのはDOWAメタルマイン(株)(以下「DOWA」)のみで、他メーカーはスクラップや低純度品からの再生を行っている。DOWAの2008年の生産量は5tと前年より減少し、亜鉛精錬のバイプロダクトとして生産された。

我が国のガリウムの国別輸入量については、2005年はアメリカ、台湾からの輸入が多かった。2007年は中国、台湾からの輸入が多く、次いでカザフスタンの順となっておりアメリカからの輸入が大きく減少した。カザフスタンからの輸入は、前年まで0tであった。この傾向は2008年も変わらず、中国、台湾、カザフスタンの順に輸入量が多かった。

国内のガリウム供給メーカーはDOWA、住友化学工業、住友金属鉱山、ラサ工業、日亜化学の5社である。2007年のスクラップ回収率は58%、2008年は54%である。

ガリウムは、結晶用、エピタキシャル用ともGaAs系の需要が高く、GaP系はGaAs系の1/8~1/9である。また、結晶用とエピタキシャル用では、結晶用がやや多く使用されるようになってきた。

GaAs系のガリウムの需要は携帯電話に用いられるマイクロ波用電子デバイス、超高速コンピュータ、衛星通信装置、オーディオ装置、レーダー、レーザープリンター等に対するものである。2007年のGaの需要量は2006年に比べると減少しているが、これは2006年下期の在庫の膨らみを調整したことと、日本メーカーが海外メーカーにシェアを取られたことが要因と推測されている。2008年は、上期は堅調に推移したが、世界不況による需要の激減により、下期になり失速した。

結晶用及びエピタキシャル用化合物半導体以外では、ランガサイト、GGGなどの酸化物結晶や固体電解質用のガリウムの原料、MOガス用の原料として3.5t程度の少量の需要がある。

日本のガリウム需要は、2001年のIT不況による大きな落ち込み後2002年に130tまで回復し、2003年143t、2004年141tと堅調であった。2005年は131tと需要は減少したものの2006年には168tと大きな伸びを示し、2007年は143tとふたたび減少した。第三世代の携帯電話市場自体が成長していることと、さらにその他のIT関連市場も成長していると思われるが、2007年に関しては在庫調整の年と思われる。2008年は前述の通り、上期は堅調に推移したが、世界不況による需要の激減により、下期になり失速した

また、アメリカ、ヨーロッパを中心とした通信方式の規格の統合が遅れていることも世界の携帯電話市場に影響を及ぼした。また高度道路交通システムなど新規の需要創出が期待される。

ガリウムの需要の伸びは、主に最終用途の携帯電話等の電子デバイス及び赤外LEDであり、可視LEDとLDの伸びは小さい。2007年には携帯電話販売台数は、前年比10.7%の増加があったが、GaAsデバイスのシリコンデバイスとの競合やデバイスサイズの小型化により、携帯電話の伸びとは必ずしも一致していない。全世界でも2007年の携帯電話販売台数は前年比15.7%の増加であったが、ガリウム需要は前年比6%減であった。2008年も携帯電話販売世界台数は前年比5%増とみられるが、ガリウム需要は前年比14%減となっている。

GaAs新規の需要としては室内・外照明用に蛍光灯に変わる白色LEDによる照明が実現されつつある。消費電力は現在の1/10以下、寿命は10倍以上と非常に有望である。現在、この白色LEDを作成するものとして、GaN基板を使用した製法が考案されている。現在のところ、GaN基板の製法にはガスを使用、非常に薄い薄膜を形成し、それを基板とするものが一般的である。

2007年のガリウムの世界需要は221t、前年比6%減少した。GaAs系、GaP系ともに減少している。2008年のガリウムの世界需要は190t、前年比14%減少した。日本の需要は122tであり、世界の需要の64%をしめている。表1は世界と日本の需要、表2は日本の用途別需要の推移である。GaP系の需要はGaAs系LEDに置き換えられたことや、台湾勢に押され世界シェアは減少傾向にある。

表 1 世界と日本のガリウム需要の推移

単位:t

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
世界	184	174	173	234	221	190
日本	143	141	131	168	143	122

出典:工業レアメタル No125 2009

表 2 日本の用途別ガリウム需要の推移

単位:t

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
結晶用						
GaAs系	58.0	59.0	53.7	72.5	62.6	54.3
GaP系	10.0	8.6	6.0	8.4	7.8	6.2
計	68.0	67.6	59.7	80.9	70.4	60.5
エピタキシャル用						
GaAs系(LED)	60.0	62.0	61.0	75.0	61.2	49.4
GaP系(LED)	11.5	9.9	7.0	9.5	7.8	7.2
GaAs系(LD)	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
計	73.0	71.9	68.0	84.5	69.0	56.6
その他	1.5	1.5	3.0	3.0	3.5	5.2
合計	142.5	141.0	130.7	168.4	142.9	122.3

出典:工業レアメタル No125 2009、合計は必ずしも合わない。

中間生産物に係る我が国の主要生産者並びに生産品目は次のとおりである。

表 3 中間生産物に関する主要生産者及び生産品目

主要生産者	生産品目
DOWA エレクトロニクス	ガリウム(高純度、GaAs)
住友化学工業	ガリウム(高純度)
ラサ工業	ガリウム(高純度)
日亜化学工業	ガリウム(高純度、GaN)
住友金属鉱山	ガリウム(GaP)
住友電気工業	ガリウム(GaAs、GaN)
日立電線	ガリウム(GaAs、GaN)
信越化学	ガリウム(GaP、GaAs)
三菱化学	ガリウム(GaP、GaAs、GaN)
昭和電工	ガリウム(GaP、GaAs)
古河電子	ガリウム(GaP)

出典:各社ウェブサイト

30.2 リサイクルの現状と評価

使用済みガリウム系製品から回収されるスクラップは GaAs 系で約 5.4%、GaP 系約 3.2%と極めて低い。これは使用済み製品回収からメタル回収の技術が確立されていないためである。これに対し、ガリウム系製品の生産工程で発生する工程スクラップは GaAs 系、GaP 系の結晶用で生産時の使用量の 60%、GaAs 系、GaP 系のエピタキシャル用で 69%と回収率は高い。この中から実際に

回収されるスクラップの回収率は結晶用で 55%、エピタキシャル用で 65%である。全体的には、2001 年の回収率は 48%、2002～2003 年で 60%、2006 年 61.9%、2007 年 57.9%、2008 年 54.4%となっている。結晶用ガリウムスクラップの回収率が低いのは結晶加工工程、ウエハー加工工程、チップ加工工程で発生する粉状のスクラップ、加工廃液中に含まれるスクラップなどの低品位スクラップが多い事と砒素、燐の化合物であることによる。

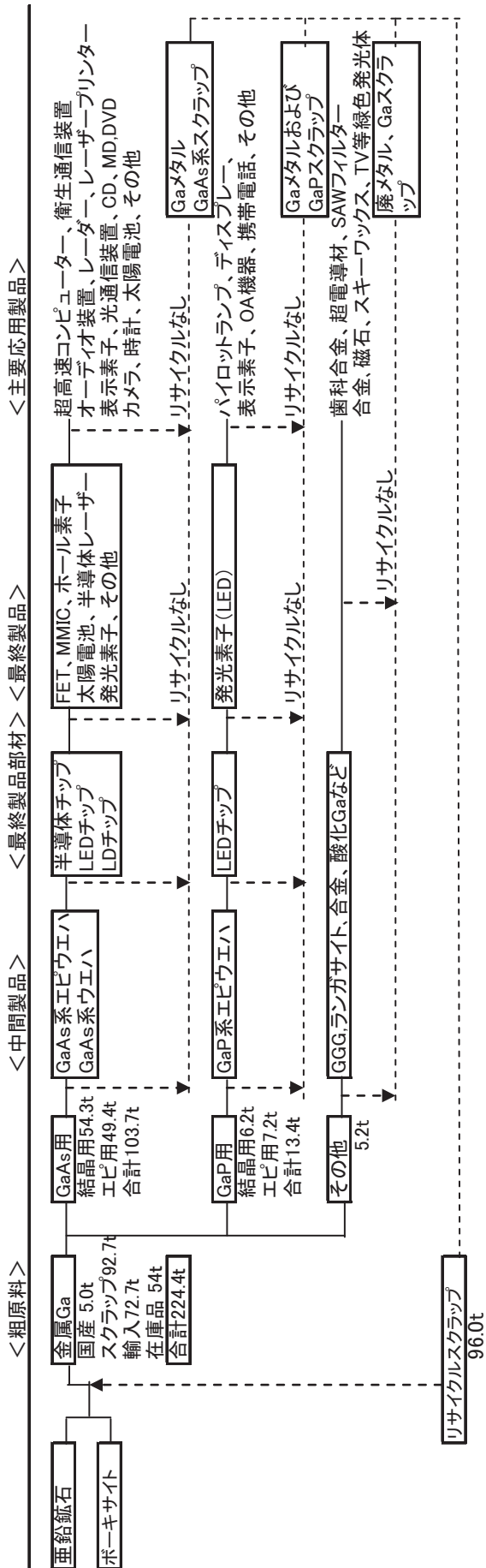
スクラップ回収分はアメリカに流れている分も合わせて化合物半導体メーカーの稼動状況、在庫状況により発生量が変動するが、化合物半導体の需要減を受けて、2003 年の 83.2t、2004 年の 77.9t、2005 年 86.1t、2006 年 92.9t に対し 2007 年の回収量は 96.0t と増加した。しかし 2008 年は 92.7t となった。

2006 年には、生産、輸入、リサイクルによる供給量を上回った消費量の数値になっており、在庫品が使用されたことがわかる。逆に 2007 年は供給が消費を上回り、在庫が積増しされた。2008 年も供給が消費を上回り、さらに在庫が積増しされた。

メタルの値段も、2006 年の末からは上昇に転じ、2007 年 8 月には 800US\$/kg まで上昇したが、同年 12 月以降下落し、2008 年 5 月には 525～575US\$/kg になっており、2008 年末には 400US\$/kg まで下落している。

ガリウム (Ga)

2008年ベース、単位：Ga純分t



1 鉱石埋蔵量(Reserves); N. A.(USGS; MCS 2009)
 2 出典 工業レアメタル(No.124 2009)、()は推定値
 ※工程リサイクルは進んでいる。最終製品からのリサイクル率は低い

Ga輸入量 (通関統計より推定)	2008年 (kg)
中国	29,239
ハンガリー	1,600
アメリカ	4,283
ロシア	1,800
カザフスタン	12,000
台湾	21,412
その他	2,357
合計	72,691

ガリウム(GaAs系)

リサイクルの現状

主な応用製品	利用形態 含有率%	使用済み品の存在形態・量 (注①)		リサイクルの実態 集荷・回収の形態	リサイクルの形態		リサイクル現状評価 (注③)(A~G)	備考 (注④)
		形態	量		リサイクルのサイクル(注②)	回収 集荷率		
1. GaAs結晶(*)	結晶成分 (約50%)	GaAs結晶層 加工屑	(54.3t)	・リサイクル専門業者に加工委託又は売却されている。 ・低品位屑や廃液は、ほとんど廃棄されている。	1年未満	約65%	・総合的には回収集荷率の高いメタルと判断する。 ・総合回収率(63%)	・低品位屑の集荷・回収率が低い。 ・GaAs自体の毒性は無いことが確認されており、毒劇物の指定対象外となっている。 ただし、粉状のもの、廃液中の3価のAs化合物は毒性大であり、取り扱いには充分な注意が必要とされる。
		GaAs結晶 ウエハー屑 加工屑 加工廃液			1年未満	約60%		
3. エピタキシャル ウエハー	廃Gaメタル (約100%) 結晶成分 (約50%)	廃Gaメタル	(49.4t)	・インゴット等高品位屑は、少量の場合も回収される例もある。	1.5~3ヶ月	約70%		
		GaAs結晶層 ウエハー屑 加工屑 加工廃液			1年未満	約50~70%		
4. 半導体チップ	結晶成分 (約50%)	ウエハー屑 デバイス加工屑 過剰廃液			1年未満	約2%		
		半導体チップ			1年~長期	約2%		
6. 超高速コンピュータ 衛星通信装置、オーディオ装 置、レーザー、レーザープリンタ 表示素子、光通信装置 CD、MD、DVD、カメラ 時計、太陽電池、その他	半導体素子 (約50%) 半導体チップ (約50%)	各装置 機器類部品		リサイクルなし			C、D、E(パッケージ材料を除去して、ごく微量のGaを回収するメリットがない)	・パッケージ材料の除去が困難である。 ・エポキシなどで封入されているのでAsの毒性が特に心配なし。
小計			(103.7t)					

(*) GaAs結晶 : GaAs単結晶、単結晶製造用GaAs多結晶、エビ原料用多結晶
 (***) GaAs系半導体素子 : FET、MMIC、ホール素子、太陽電池、半導体レーザーなど
 (注) ①量の単位:
 ()内はガリウム量換算。
 ②サイクル 製品の使用から、集荷、メタル回収、納入まで
 ③現状評価
 A. 応用製品が消耗品である
 B. 添加剤として使用されている
 C. リサイクルの流通システムがない
 D. 効果的なリサイクル技術がない
 E. 経済性がない
 F. 需要開発が充分にされていない
 G. その他

④リサイクルのボトルネックと
 解決の難易度
 毒性・保管の危険性の有無等

ガリウム(GaP系)

リサイクルの現状

主な応用製品	利用形態 含有率%	使用済み品の存在形態・量		リサイクル形態			リサイクル現状評価 (注③)(A~G)	備考 (注④)
		形態	量(注①)	集荷・回収の実態	リサイクルのサイクル(注②)	回収集荷率		
1. GaP結晶(*)	結晶成分 (約70%)	GaP結晶層 加工屑	(6t)	・リサイクル専門業者に加工委託又は売却されている。 ・低品位層や廃液は、ほとんど廃棄されている。	1年未満	約70%	・総合的には回収集荷率の高いメタルと判断する。 ・Asを含有したGaP系材料の毒性についてはGaAs系と同じ。	・低品位層の集荷・回収率が低い。 ・Asを含有したGaP系材料の毒性についてはGaAs系と同じ。
		GaAs結晶 ウエハー層 加工屑 加工廃液						
2. GaPウエハー	結晶成分 (約50%)	ウエハー層 加工屑 加工廃液	(7t)	・インゴット等、高品位層は、少量の場合合保管される例もある。	1.5~3ヶ月 1年未満	約70%		
2. エピタキシャル ウエハー	廃Gaメタル (約100%) 結晶成分 (約70%)	廃Gaメタル GaP結晶層 ウエハー層 加工屑 加工廃液						
3. LEDチップ	結晶成分 (約70%)	ウエハー層 デバイス加工屑 過剰廃液		リサイクルなし	1年~長期	約2%	C,D,E(パッケージ材料を除去して、ごく微量のGaを回収するメリットがない)	パッケージ材料の除去が困難である。
4. 発光素子	LEDチップ (約70%)	半導体チップ						
5. パイロットランプ ディスプレイ 表示素子、OA機器 携帯電話、その他	発光素子	各装置 機器類部品						
小計			(13t)					

(*) GaP結晶 : 単結晶製造用GaP多結晶、エビ原料用多結晶