

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 2007 年の生産量は前年並みの 8t で、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。

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% 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。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 3.0t 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。

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。

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 による照明が模索されている。もし実現できれば、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。

2006 年のガリウムの世界需要は 234t、前年比 35% 増加した。GaAs 系、GaP 系ともに増加している。2007 年のガリウムの世界需要は 221t、前年比 6% 減少した。日本の需要は 143t であり、世界の需要の 65% 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(t)

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
世界	176	184	174	173	234	221
日本	130	143	141	131	168	143

(出典:工業レアメタル No124 2008)

表 2 日本の用途別ガリウム需要の推移(t)

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
結晶用						
GaAs系	47.1	58.0	59.0	53.7	72.5	62.6
GaP系	12.0	10.0	8.6	6.0	8.4	7.8
計	59.2	68.0	67.6	59.7	80.9	70.4
エピタキシャル用						
GaAs系(LED)	53.4	60.0	62.0	61.0	75.0	61.2
GaP系(LED)	14.1	11.5	9.9	7.0	9.5	7.8
GaAs系(LD)	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
計	69.0	73.0	71.9	68.0	84.5	69.0
その他	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.5
合計	129.7	142.5	141.0	130.7	168.4	142.9

(出典:工業レアメタル No124 2008、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
住友化学工業	ガリウム(GaAs)
DOWA メタルマイン	ガリウム(GaAs)
住友金属鉱山	ガリウム(GaP)
日亜化学	ガリウム(高純度)
ラサ工業	ガリウム(高純度)
信越半導体	ガリウム(GaP、GaAs)
三菱化学	ガリウム(GaP、GaAs)
昭和電工	ガリウム(GaP、GaAs)
古河電子	ガリウム(GaP)

(出典:工業レアメタル 2007、新金属データブック 2002、金属時評)

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%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。

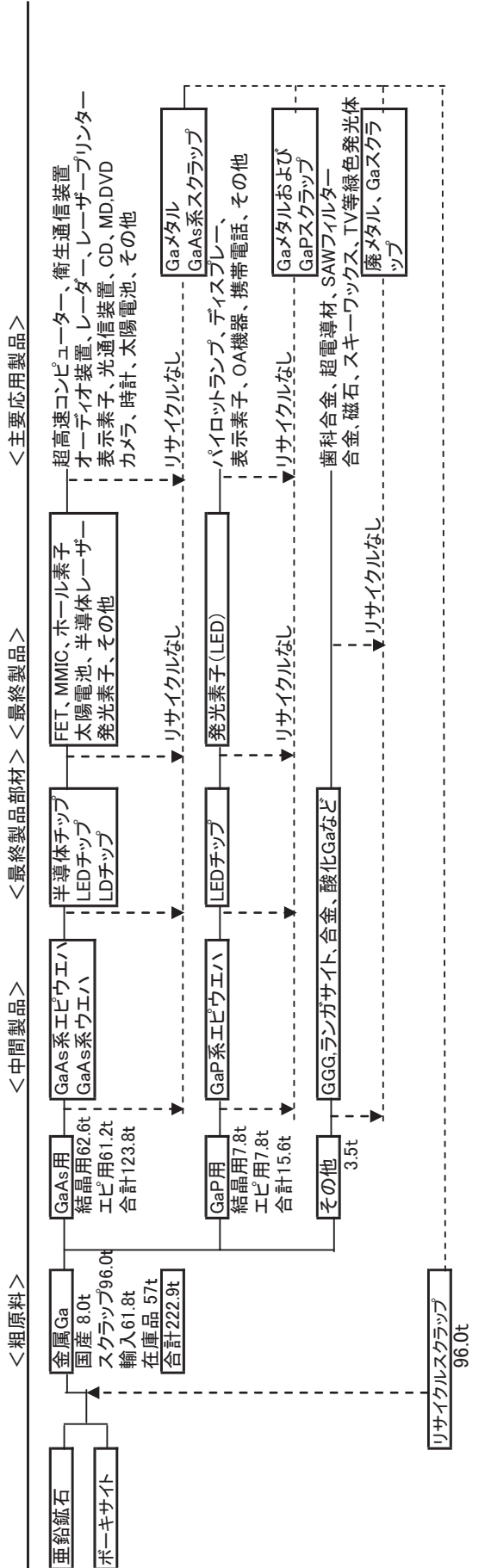
スクラップ回収分はアメリカに流れている分も合わせて化合物半導体メーカーの稼働状況、在庫状況により発生量が変動するが、化合物半導体の需要減を受けて、2003年の83.2t、2004年の77.9t、2005年86.1t、2006年92.9tに対し2007年の回収量は96.0tと増加した。

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。

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になっている。

ガリウム(Ga)

(2007年ベース、単位: Ga純分t)



1 鉱石埋蔵量(Reserves): N. A.(USGS; MCS 2008)
 2 出典 工業レアメタル(No.124 2008)、()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

輸入通関統計	
	2007年 (kg)
中国	24,051
ハンガリー	1,700
アメリカ	2,786
ロシア	1,900
カザフスタン	12,991
台湾	18,412
合計	61,840

ガリウム(GaP系)

リサイクルの現状

主な応用製品	利用形態		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)
	含有率%	形態	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結晶屑 加工屑 加工廃液	GaP結晶屑 加工屑 加工廃液	(8t)	・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。 ・インゴット等、高品 位屑は、少量の場 合保管される例もあ 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。	
2. GaPウエハー	結晶成分 (約50%)	GaAs結晶 ウエハー屑 加工屑 加工廃液	GaAs結晶 ウエハー屑 加工屑 加工廃液	(8t)		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%)	GaP結晶屑 ウエハー屑 加工屑 加工廃液	GaP結晶屑 ウエハー屑 加工屑 加工廃液	(8t)		1.5~3ヶ月 1年未満	約80% 約50~70%		
3. LEDチップ	結晶成分 (約70%)	ウエハー屑 デバイス加工屑 過剰廃液	ウエハー屑 デバイス加工屑 過剰廃液			1年~長期	約2%		
4. 発光素子	LEDチップ (約70%)	半導体チップ	半導体チップ				約2%		
5. パイロトランプ 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	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。
小計				(16t)					

(*) GaP結晶：単結晶製造用GaP多結晶、エビ原料用多結晶

(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.需要開発が十分にされていない

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(GaAs系)

リサイクルの現状

主な応用製品	利用形態		使用済み品の存在形態・量		リサイクルの実態			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)
	含有率	形態	形態	量(注①)	集荷・回収の実態	リサイクルのサイクル(注②)	回収率				
1. GaAs結晶(*)	結晶成分 (約50%)	GaAs結晶屑 加工屑 加工廃液	(62.6t)		・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。	
	結晶成分 (約50%)	GaAs結晶 ウエハー屑 加工屑 加工廃液									
3. エピタキシャル ウエハー	廃Gaメタル (約100%)	廃Gaメタル	(61.2t)		・インゴット等高位屑は、少量の場合保管される例もある。	1.5~3ヶ月 1年未満	約70%				
	結晶成分 (約50%)	GaAs結晶屑 ウエハー屑 加工屑 加工廃液									
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%				
	半導体素子 (約50%)	半導体チップ									
6. 超高速コンピュータ 衛星通信装置、オーディオ装 置、レーダー、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%)	各装置 機器類部品			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。 ・エボ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。	
	半導体チップ (約50%)										
小計			(123.8t)								

(*) 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 : ③現状評価

()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