

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 2006 年の生産量は前年比若干減の 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、1998 年にはカザフスタンからの輸入が多かったが、2004 年は中国、アメリカからの輸入が多かった。2006 年は中国、台湾からの輸入が多く、次いでフランス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。

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。2006 年のスクラップ回収率は、供給量の 54%と 2005 年の 63%からは減少している。

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、エピタキシャル用が少し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デバイスサイズの小型化もあるが、Ga の需要量は 2005 年に比較し大きな成長であった。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 3.0t 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 と堅調であったが 2005 年は 131t の需要と減少したものの、2006 年には 168 トンと大きな伸びを示した。第三世代の携帯電話市場自体が成長していること、さらにその他の IT 関連市場向け市況が好調であることが大きな増加になった。

一昨年は、携帯電話のブームに沸いて生産が過剰になった分の在庫調節が進む事により、ガリウム市場は伸び悩んだ。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。2005 年には携帯電話販売台数は、前年比 20%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。しかし全世界では 2006 年には前年比 6.7%の生産台数の増加があった。

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、明るさも数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。

2005 年のガリウムの世界需要は 173t、前年比 0.5%減少した。GaAs 系デバイス向けが堅調だったものの、GaP 系の需要は GaAs 系 LED に置き換えられ減少している。2006 年のガリウムの世界需要は 234t、前年比 35%増加した。日本の需要は 168t であった。世界の需要の 72%以上をしめている。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、台湾勢に押され衰退傾向にあって減少してきたが、昨年は少し伸びている。

表1 世界と日本のガリウム需要の推移(t)

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
世界	141	176	184	174	173	234
日本	96	129	143	141	131	168

(出典:工業レアメタル No123 2007)

表2 日本の用途別ガリウム需要の推移(t)

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
結晶用						
GaAs系	35.0	47.1	58.0	59.0	53.7	72.5
GaP系	11.0	12.0	10.0	8.6	6.0	8.4
計	46.0	59.2	68.0	67.6	59.7	80.9
エピタキシャル用						
GaAs系(LED)	37.0	53.4	60.0	62.0	61.0	75.0
GaP系(LED)	10.0	14.1	11.5	9.9	7.0	9.5
GaAs系(LD)	1.5	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0
計	48.5	69.0	73.0	71.9	68.0	84.5
その他	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0
合計	96.0	129.7	142.5	141.0	130.7	168.4

(出典:工業レアメタル No123 2007)

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%と多量である。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 年では、55.3%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。

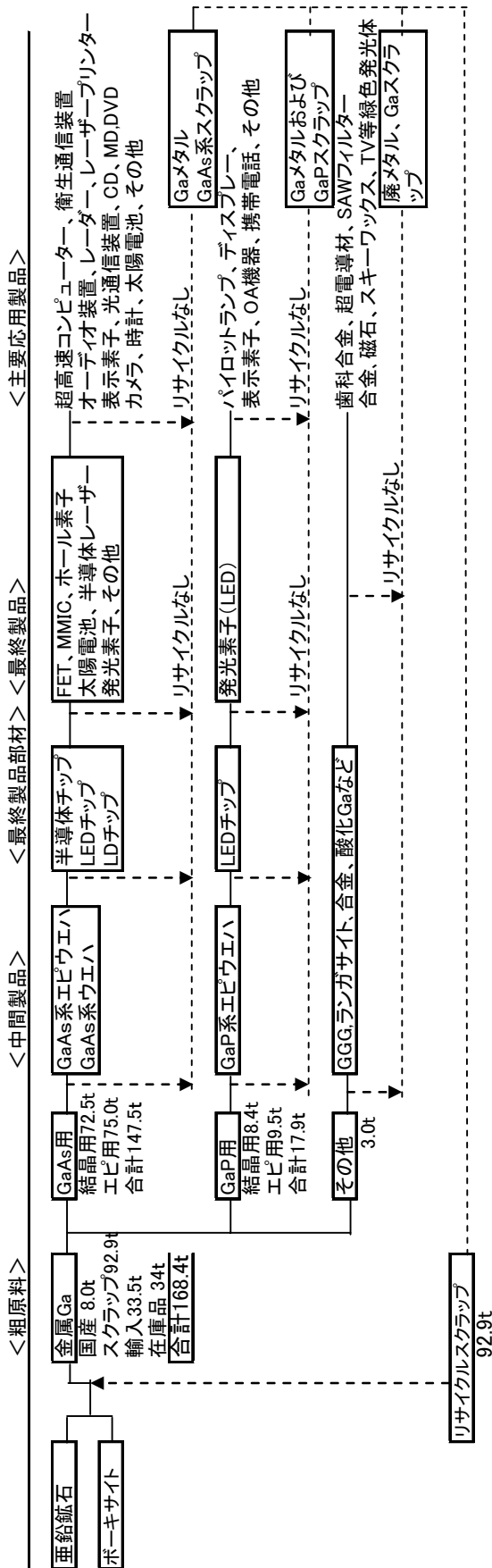
スクラップ回収分はアメリカに流れている分も合わせて化合物半導体メーカーの稼動状況、在庫状況により発生量の変動するが、化合物半導体の需要減を受けて、2006 年は、2003 年の 83.2t、2004 年の 77.9t、2005 年の実績の 86.1t に比べ 92.9t と増加した。

2006 年には、生産輸入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、在庫品の使用がなされたことがわかる。

メタルの値段も、2006 年の末からは上昇に転じ、2007 年の6月末には 775US\$/kg をつけた。

ガリウム(Ga)

2006年ベース、単位:t



1 鉱石埋蔵量(Reserves): N. A.(USGS:MCS 2007)
 2 出典: 工業レアメタル(No.123 2007)、()は推定値

輸入通関統計	2006年 (kg)
フランス	4,581
中国	12,344
ハンガリー	700
アメリカ	2,352
ロシア	2,200
ウクライナ	300
台湾	11,072
韓国	0
その他	0
合計	33,549

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		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	集荷・回収の実態	リサイクルの形態	回収 集荷率			
1. GaAs結晶(*)	結晶成分 (約50%)	GaAs結晶屑 加工屑 加工廃液	(72.5t)	①リサイクル専門業者 に加工委託又は 売却されている。	1年未満	約65%	①総合的には回収 集荷率の高いメタル と判断する。 ②GaAs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。	①パッケージ材料の除去 が困難である。 ②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。	
2. GaAs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		②低品位屑や廃液 は、ほとんど廃棄さ れている。	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 GaAs結晶屑 ウエハー屑 加工屑 加工廃液	(75.0t)	③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。	1.5~3ヶ月 1年未満	約70% 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%			
5. 半導体素子(**)	半導体素子 (約50%)	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)		
			(147.5t)						

(*) 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リサイクル 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(注①)		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)
		形態	量	集荷・回収の実態	リサイクルの形態	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	(9t)	①リサイクル専門業者に加工委託又は売却されている。	1年未満	約70%	①総合的には回収集荷率の高いメタルと判断する。 ②Asを含有したGaP系材料の毒性についてはGaAs系の②と同じ。	①低品位屑の集荷・回収率が低い。 ②Asを含有したGaP系材料の毒性についてはGaAs系の②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		②低品位屑や廃液は、ほとんど廃棄されている。	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結晶屑 ウエハー屑 加工屑 加工廃液	(10t)	③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。	1.5~3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			1年~長期	約2%			
4. 発光素子	LEDチップ (約70%)	半導体チップ				約2%			
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		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)	①パッケージ材料の除去が困難である。
			(19t)						

(*) GaP結晶：単結晶製造用GaP多結晶、エピ原料用多結晶

(注)①量の単位:

()内は、ガリウム量換算

②リサイクル 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.効果的なり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