

LED 原材料の資源保全性について

笠原 三紀夫

CONSERVATION OF RESOURCES OF LED RAW MATERIALS

Mikio Kasahara

Abstract: For the last few years, LED is rapidly in widespread use because of lots of advantages such as lower energy consumption, longer lifetime, smaller size, faster response, etc. Japan and USA Joint LED Project was established to develop the white LED with super high brightness. Environmental protection including conservation of resources is given greater importance in the project. Gallium (Ga) and Indium (In) which are main raw materials of LED will get stringent in near future because of low-yielding and lack of stability and security in the supply, control of export, etc. Recycling of Ga and In becomes very important and is discussed in the project. In this report, issues related to the development of white LED using phosphor are reviewed from view point of conservation of resources.

Keywords : LED, Raw Materials, Gallium, Indium, Yttrium, recycle

1. はじめに

LED (Light Emitting Diode)は、従来の電球と比較した場合、小型で軽量、高いエネルギー効率、高い信頼性(長寿命)、速い応答速度、耐振動・衝撃性など、多くの優れた特性を有していることから、近い将来省エネ照明として、また液晶テレビ・携帯電話のバックライトなどの応用製品として、その利用が急速に拡大するものと考えられる。LEDではガリウムやインジウムなどのレアメタルが使用されているが、「産業の生命線」ともいわれるこれらレアメタルは、資源不足やそれに伴う輸出入の制限など、その動向が近年大きな関心事となっている。

筆者は現在、環境保全に配慮したLEDの高輝度化を目標とした日米共同LEDプロジェクトに参加し、資源の保全を含めたLEDの環境保全問題に関する研究を行っている。ここでは高輝度白色LEDの開発とLED原材料に関わる諸問題をまとめた。

2. 白色LEDと資源

可視光中、赤、緑、青は光の三原色と呼ばれ、この三原色を適度な強度で組合せれば全ての色を再現することが可能である。1960年代に赤色、黄色、黄緑色、1990年代に青色、緑色のLEDが開発され3原色が揃った。白色LEDを発光させる方法としては、①紫外LEDを青、緑、赤色蛍光体で励起する、

②青色 LED を緑、赤色蛍光体で励起する、③青色 LED を黄色蛍光体で励起する、の 3 つの方法がある。現在の白色 LED のほとんどは、青色 LED に黄色蛍光体を組み合わせた③の方法を採用している。我々が現在取り組んでいる環境に配慮した高輝度白色 LED の開発研究においても、青色 LED と薄膜状蛍光体を組み合わせて白色を発光する方式であり、以下では青色 LED と蛍光体の原材料問題に絞り述べることにする。

青色 LED は、主に窒化ガリウム(GaN)を原材料とし、発光層に窒化インジウムガリウム(InGaN)を用いている。Ga, In はいずれも、希少で入手し難い金属を意味するレアメタルの一種であり、近年とりわけ尖閣列島問題以後、その需要・供給・価格動向が世界的に注目されており、2009 年には新規備蓄対象鉱種に指定された。

In は、酸化インジウム錫 ITO(Indium Tin Oxide)という透明電極として液晶ディスプレイを中心に広く用いられており、日本は世界最大のインジウム消費国であり、輸入とリサイクルに依存している。過去には輸入のおよそ 70%を中国に占めていたこともあったが、最近は 60%以上を韓国に依存している。In の埋蔵量については不明な点が多く、報告により数値が異なることも多いが、現在の世界の埋蔵量は 1.1 万トン(Newton, 2011/1)に対し、2007 年の消費量は 1300 トン(金属資源レポート, 2010/5)で今後急速に消費量は増大し、2050 年の消費量は 1 万トン(Newton, 2011/1)に達するものと予測されている。すなわち、In 資源についてはそう遠くない時期に供給不足が来るものと考えられる。物質・材料研究機構(2007/2)によれば、In の 2005 年から 2050 年の累積需要量は、現有埋蔵量のおよそ 72 倍に達するものと予測されている。

Ga の需要のほとんどは結晶やエピタキシャルであり、LED の原材料として特に重要である。Ga の資源不足は In ほど厳しくなく、またリサイクルも他の金属に比べ活発に行われている。しかしながら、わが国においては、リサイクルを除いた全量を輸入に頼っており、その大部分は中国や台湾、カザフスタンなどからの輸入であり、市場の不安定さが心配される。Ga の 2005 年から 2050 年の累積需要量は、現有埋蔵量のおよそ 6 倍に達するものと予測されており(物質・材料研究機構, 2007/2)、LED の急速な普及により、今後 Ga の供給不足が急速に進むことも考えられる。

一方、LED 蛍光体としては、YAG 蛍光体= $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$ (セリウムをドープした Yttrium Aluminium Garnet) が現在最も広く使用されている。イットリウム Y は希土類元素＝レアアース（レアアースは全てレアメタルに含まれる）の一つで、LED 以外にも蛍光灯やテレビなどに使用されている。レアアースは資源の枯渇といった面からはそれほど深刻ではないが、アメリカ合衆国内務省地質調査所によれば、近年産出量の 95%以上は中国が占め、特に日本ではその大部分を中国から輸入している。尖閣諸島問題を契機とした輸出規制など、中国への過度の依存が問題となっている。

3. 日米共同 LED プロジェクト

2007 年 10 月に日米共同 LED プロジェクトが発足し、青色 LED の高光度化、黄色蛍光体を用いた白色発光 LED の超高光度化、高演色性化、長寿命化、また長期的には LED 応用商品の開拓を中心とした研究・開発を進めている。本プロジェクトでは、生産から廃棄に至る全プロセスで「環境の保全」を基本的コンセプトとし、設備の整備、技術開発においても環境保全を重要項目としている。その一環として、LED 原材料の保全の観点から、製造段階から廃棄に至る全プロセスでの原材料の再生利用化法に関する検討を行っている。

しかしながら、上述したように LED の主要原材料である In や Ga の資源量は逼迫しており、主要産出国の一部は紛争地域にあり、またレアメタルの輸出制限といった問題も表面化していることから、今後酸化亜鉛やシリコン、炭化ケイ素といった入手し易い材料による青色発光ダイオードの実用化も推進する必要がある。