

赤崎 勇・天野 浩・中村 修二

2014年ノーベル物理学賞



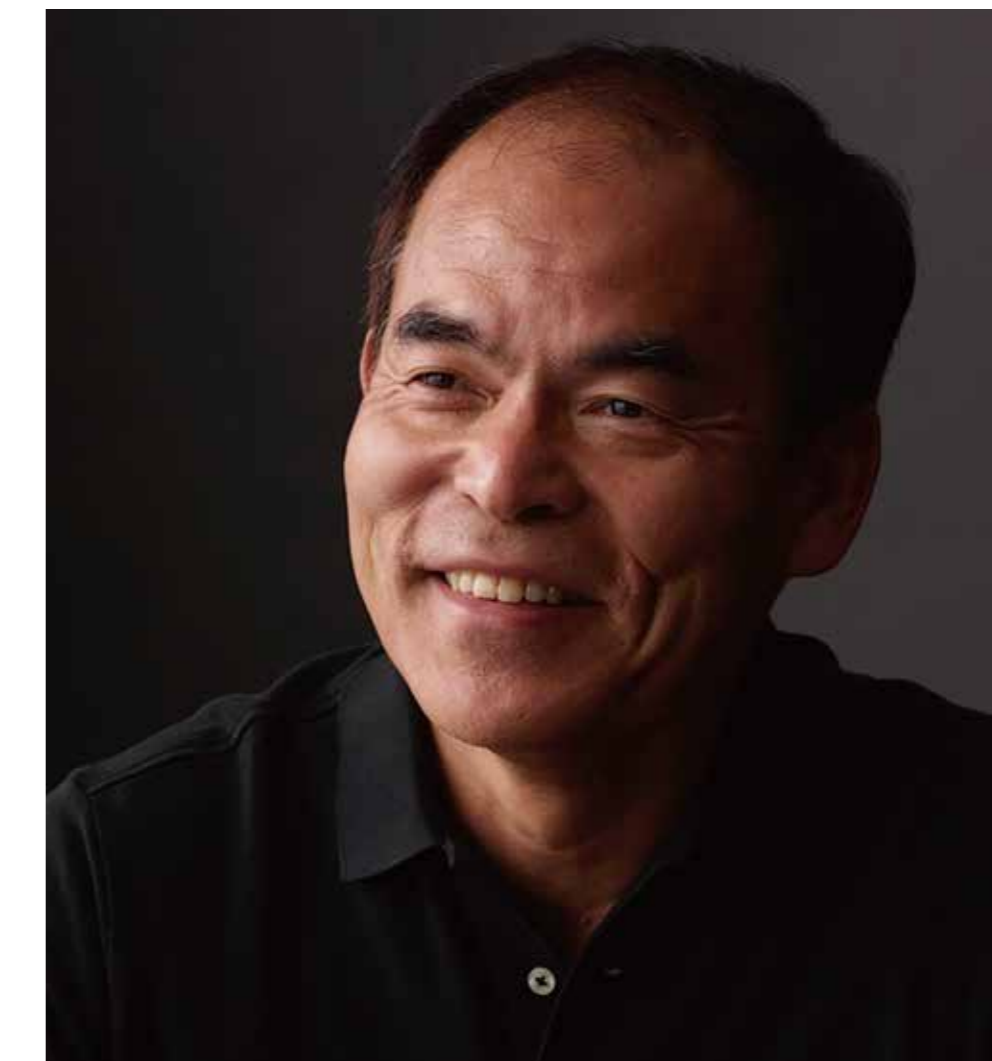
写真提供・名城大学

赤崎 勇先生



写真提供・名古屋大学

天野 浩先生



写真提供・中村修二氏

中村 修二先生

赤崎先生からのメッセージ

私は1985年に青色LEDに関する最初の特許を出願し、それが後年ノーベル賞受賞に繋がりました。特許は多くの人に新技術への確信を与え、多数の研究者が切磋琢磨しながら青色LEDの開発をしたことが、成功への大きな力になったと思います。自身の経験を通じて、大学研究者にとって特許は非常に大切だと感じています。

天野先生からのメッセージ

若い頃夢中になってやっていた研究について、よかったと心から実感できたのは遊牧生活を営むモンゴルの一家を訪問した際、LED電球を見た時でした。人類は常に多くの課題に直面していますが、その解決に向かって夢中になって取り組むことができるのは、お互いに成果を認めあう特許制度があってこそです。

中村先生からのメッセージ

青色LEDの成功は、他者が実現できない、全く独自のやり方で研究に取り組んだ結果です。大きな夢を実現させるには、考え抜いた末に生まれる独創性、最後までやりぬく粘りを持つことが必要です。

背景

- ▶ 発光ダイオード(LED)は電流を流すことにより電気エネルギーを直接光に変換できるため、白熱電球や蛍光灯に代わる省エネルギーの光源として期待されていた。
- ▶ 赤色と黄緑色のLEDは1970年代までに開発されていたが、白色、フルカラーをLEDで実現するために必要な青色LEDは実用化が困難であり、「20世紀中の実現は不可能」と言われていた。

光の三原色



三原色の組み合わせでフルカラー化

赤崎 勇・天野 浩・中村 修二

2014年ノーベル物理学賞

功績

～青色LEDを実現した4つのブレークスルー～

① 高品質窒化ガリウム(GaN)結晶の実現(低温窒化アルミニウムバッファ層技術)

1985年、赤崎・天野両氏は、サファイア基板の上に先に窒化アルミニウムの層を低温で形成することで、高品質のGaN結晶の作製に成功。

② p型GaNの実現(pn接合LEDの実現)

1989年、赤崎・天野両氏は、マグネシウムを添加したGaNに電子ビームを照射することでp型半導体にできることを発見。紫外線発光であったが、GaNによるpn接合型のLEDを初めて実現。

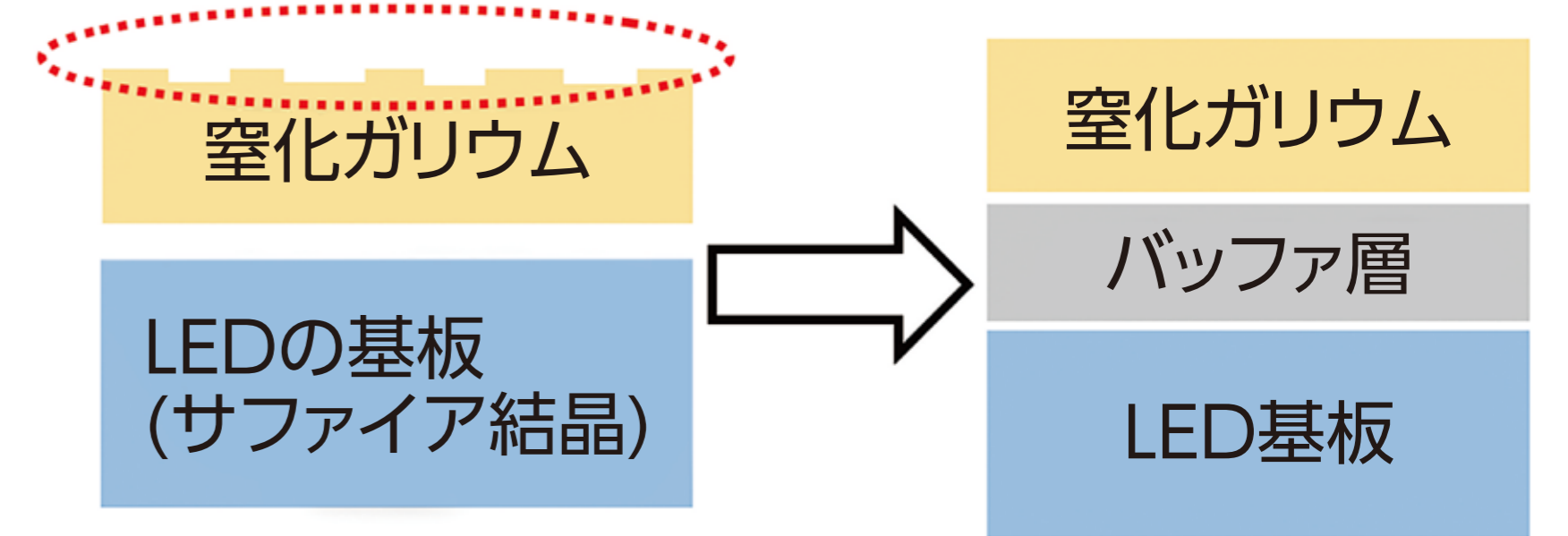
③ GaNのp型化の原理の解明と量産技術の確立

1991年、中村氏(当時日亜化学工業株式会社)らは、400℃以上の加熱処理によりp型のGaNを形成する方法(量産化に不可欠の技術(特許第2540791号))を確立するとともに、マグネシウムを添加したGaNがp型にならない原因を究明。

④ 高輝度青色LEDの実現

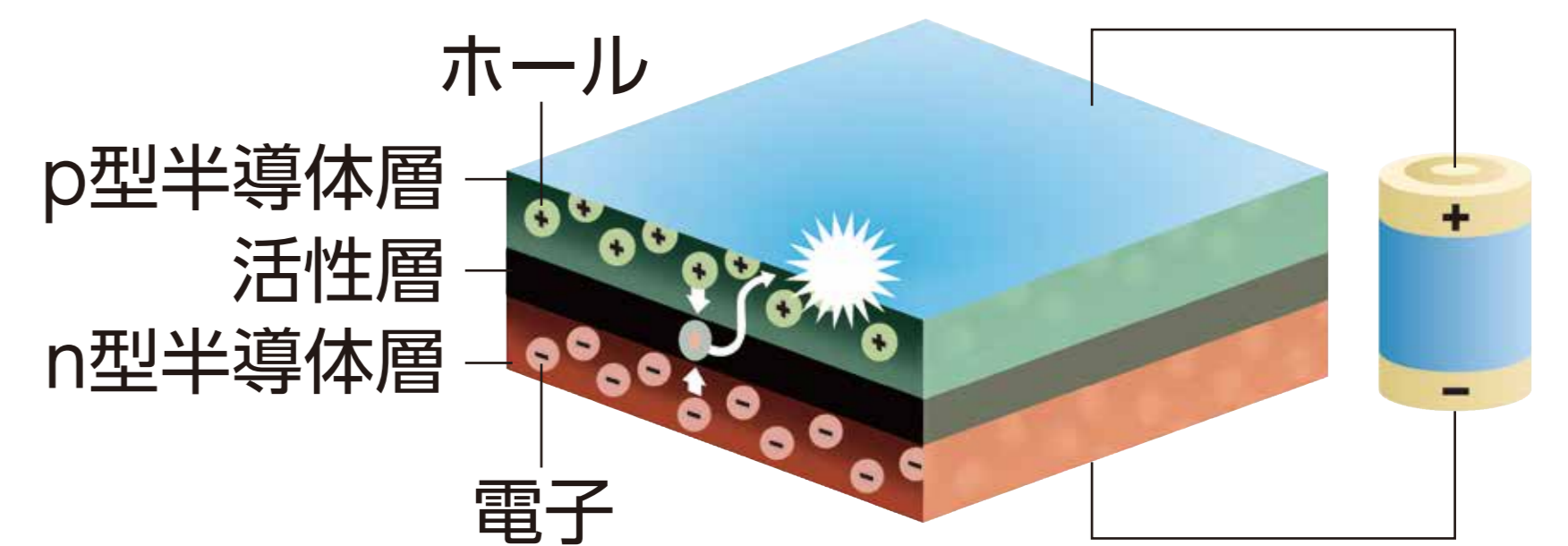
1993年、中村氏(当時日亜化学工業株式会社)らは、素子の構造を工夫し、GaNにインジウム(In)を添加したInGaN層を、GaNにアルミニウム(Al)を添加したAlGaN層とGaN層で挟んだ新規のダブルヘテロ構造(*)を用いて、高輝度青色LEDを実現。翌年1月から同社による量産開始。

〈高品質窒化ガリウム(GaN)結晶の実現〉



きれいなGaN結晶が得られない
バッファ層を挟むことで
きれいなGaN結晶に

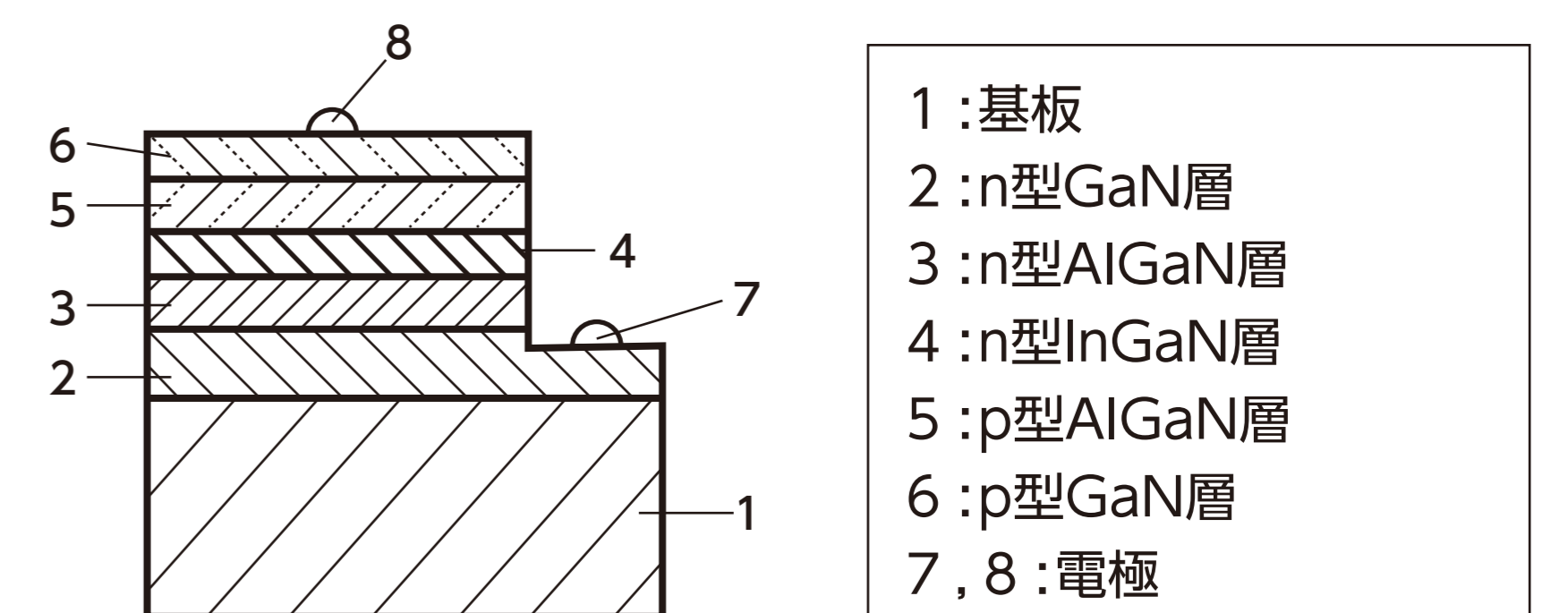
〈pn接合LEDの実現〉



p型とn型半導体の接合付近でプラスの電気を帯びたホールと電子が結合することで発光

図の出典・2014年ノーベル物理学賞プレスリリース

※〈新規のダブルヘテロ構造〉



図の出典・特許第2785254号明細書

功績と特許・市場(技術)の発展との関係

周辺環境

青色LEDを使った世界初の信号機(1994年)

携帯電話のバックライトに白色LEDが採用(1998年)

節電・長寿命のLED照明が普及(2010年頃)

① 赤崎・天野両氏によるGaN結晶の実現



赤崎氏を代表発明者・豊田合成株式会社を開発実施企業とした新技術開発事業団の委託開発に選定

② 赤崎・天野両氏によるpn接合LEDの開発



③ 中村氏(当時日亜化学工業(株))らによるGaNのp型化の原理の解明と量産技術の確立



④ 中村氏(当時日亜化学工業(株))らが、高輝度青色LEDを実現



日亜化学工業(株)が青色LEDの量産化開始

赤崎氏を代表発明者とした委託開発が成功し、事業化委託開発により、国に約46億円の特許実施料をもたらす

日亜化学工業(株)が白色LEDを開発



LED市場が成長。2025年には約2兆円規模になると見込まれる

1985年

1987年

1989年

1991年

1993年

1994年

1995年

1996年

2018年