

## 新技術・新製品

### 金属3Dプリンタ技術によるカスタム照明の開発

寺西 正俊<sup>1\*</sup>, 西田 一人<sup>1</sup>, 中野 貴由<sup>2</sup>, 荒木 秀樹<sup>2</sup>, 田中 敏宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>パナソニック株式会社生産技術本部, 〒571-8502 門真市松葉町 2-7.

<sup>2</sup>大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻, 〒565-0871 吹田市山田丘 2-1.

## Development of Custom Lighting Device by Additive Manufacturing Technology with Metal Powder

Masatoshi TERANISHI<sup>1\*</sup>, Kazuto NISHIDA<sup>1</sup>, Takayoshi NAKANO<sup>2</sup>, Hideki ARAKI<sup>2</sup> and Toshihiro TANAKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Production Engineering Laboratory, Production Engineering Division, Panasonic Co., Ltd., 2-7 Matsuba, Kadoma 571-8502, Japan.

<sup>2</sup>Division of Materials and Manufacturing Science, Graduate School of Engineering, Osaka University, 2-1 Yamadaoka, Suita 565-0871, Japan.

Received September 28, 2015; Accepted October 21, 2015

### 1 開発の背景, 目的

今や, 製品の価値は, その基本性能の高さのみならず, ユーザが抱く感性工学的な観点での満足度(デライトと定義する)によって決定されるようになってきている。製品の基本性能はすでに極めて高く, その向上は飽和点を迎えており, 各社製品間での差別化は極めて困難であり, ユーザの製品選択はむしろ, ユーザのデライトを生む品質特性, すなわちデライト品質に大きく依存する。つまり, デライト品質の向上を念頭に置いた製品開発が, これからのユーザに選ばれる製品群の創製につながるものと期待される。

そこで本稿では, ユーザのデライトを念頭に置いた照明分野での高付加価値化をとまなう製品開発について紹介する。照明は, 単に明るく照らせばよいという基本性能品質から, いかに関心の趣向に合わせて調光するかというデライト品質にその価値が急速に移行しつつある製品分野と言える。ユーザの使用環境・使用目的にフィットする光のデザインを可能とすることが, 選ばれる製品を生み出すための優位性へと直結する。現状では, 既成品から趣向に合致するものを選択することしかできず, 必ずしもユーザが最高の満足度を得るとは限らない。今回の新技術では, ユーザ自身が光の出方を自在に操れる「カスタム照明」を提案し, デザインセードとそれを可能とする仕組みを実現した。

### 2 技術内容, 特徴

金属材料をベースとするカスタム照明の実現にはボトムアップで三次元構造を作製する粉末冶金技術が不可欠で, 複

雑な内部構造に向けては, 現状, ネットシェイプで成形を可能とする金属粉末積層造形法が唯一の手段である。金属粉末積層造形法では造形プロセスや最終造形物が粉末の性状(形状やサイズ分布など)に大きく左右されることから金属粉末の製造工程には細心の注意が払われる。現在, 金属粉末積層造形の出発材料はアトマイズ法で作製された金属粉末であり, 造形プロセス時の材料供給に必要な流動性を担保しつつ緻密な造形物を得るため, 球形の粒子形状と粒子径分布が適切に管理されている。

実際にユーザフレンドリーな開発ソフトで設計した, 3層のセード構造を有するカスタム照明の3次元データをFig. 1(a)に示す。金属粉末積層造形法では造形時の熱伝導・熱伝達特性を制御するとともに造形物の支えとなるサポートを造形体とは別に設計する必要がある。複雑な形状の造形物で内部構造中のサポートが除去できない可能性があり, その場合最終製品としては致命的な問題となる。本開発では内部構造中に必要なサポートを無くすことを目指し, 仮焼結により充填された金属粉末自体が熱伝導を担い, 造形時の造形精度向上のために必要なサポートを最小化できる, 電子ビームを利用した金属粉末積層造形装置を用いた。その際, 造形パラメータの最適化が必須となるが, 特に構造体の上流での形状設計ならびに造形方向を工夫した。球状でかつFig. 2に示すように45~106 μmに粒径分布が管理されたTi-6Al-4V合金粉末を出発材料として, 電子ビーム金属粉末積層造形装置にて造形を行った。その結果, Fig. 1(b)に示すような内部構造にサポートのないカスタム照明の作製に成功した。実際に照明テストにより陰影の確認をしたところ, Fig. 1(c)に示すようにデザインされた照明セードに応じた陰影を確認できる。同陰影は

\* Corresponding author, E-mail: teranisi.masatosi@jp.panasonic.com

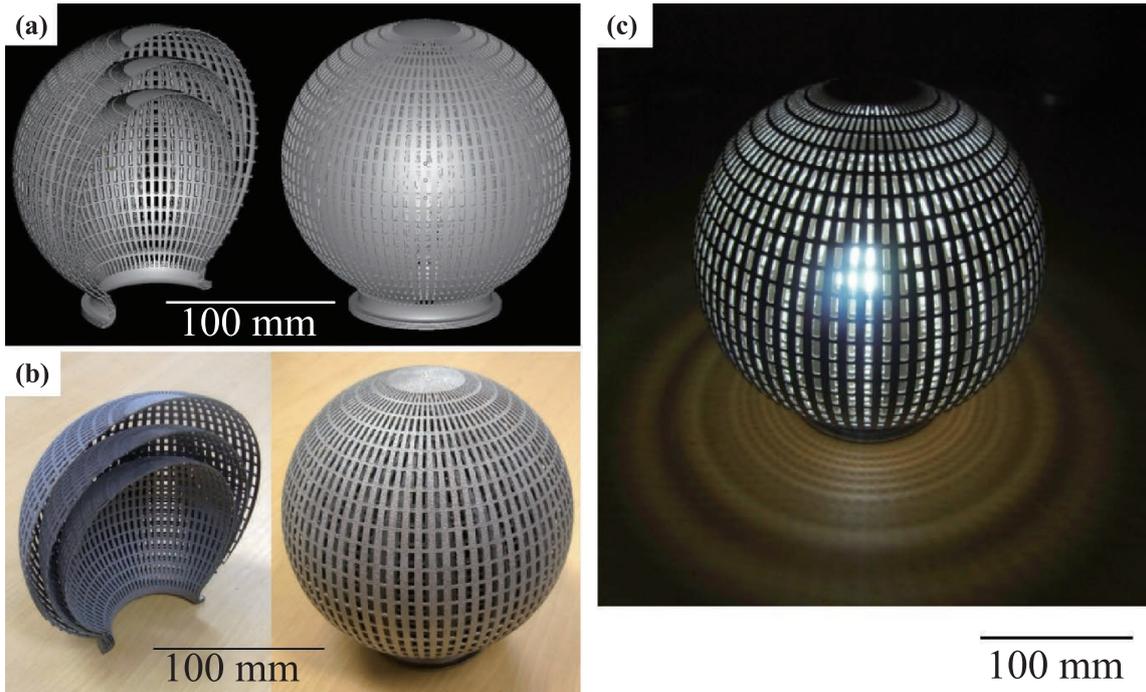


Fig. 1 Developed custom lighting device by additive manufacturing with metal powder. (a) CAD drawing: appearance and cross-section, (b) appearance of the developed lighting device and (c) lighting of designed custom lighting device.

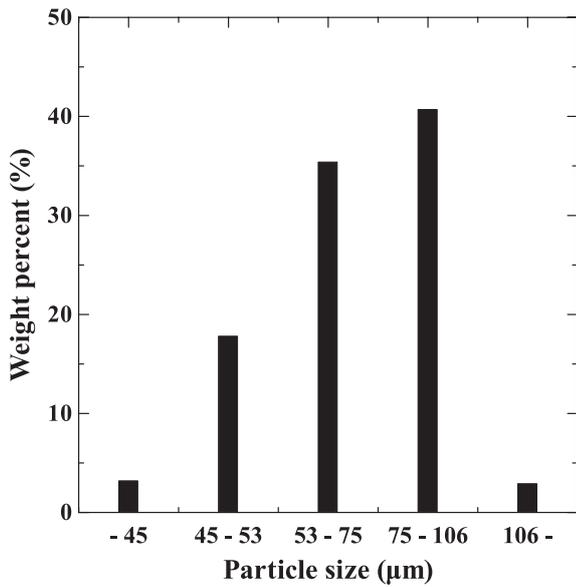


Fig. 2 Particle size distribution of Ti-6Al-4V alloy powder.

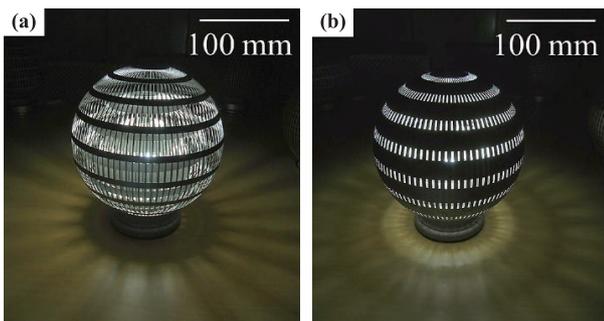


Fig. 3 Designed custom lighting device different in shadowing.

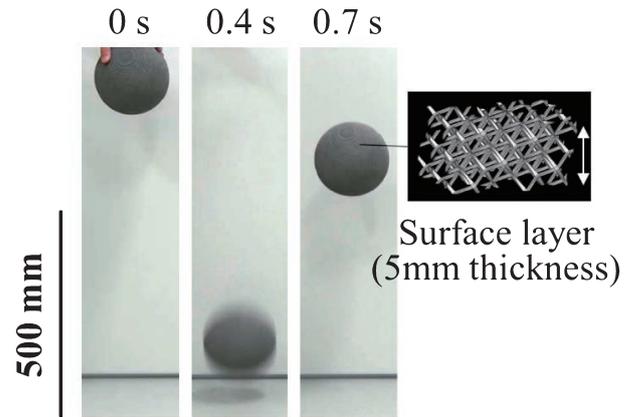


Fig. 4 Impact resistance test of ball with designed surface layer.

CG (コンピュータグラフィックス) により光源, 光量などを変化させるとともに拡張現実を利用した現実環境下での使用イメージ (使用環境風景とのマッチング, 陰影) を確認することもできる. 同時に人間工学, 感性工学に基づく「デライトアセスメント<sup>®</sup>」を行うことで, ユーザの満足度を解析, フィードバックし, より満足度の高いカスタム照明の設計も可能とする.

Fig. 2 に, 設計時に異なる 3 種類の孔形状, サイズをもつ 3 層構造において, 透過光量を一定 (各層の孔面積率の積が一定) にしつつ, 層の配列順を変えて設計されたカスタム照明とその陰影を示す. 同カスタム照明においても構造体の設計, 造形方向を最適化することで内部構造中にサポートの無い造形物を実現することに成功した. その上, 一定の光量においても異なる陰影を映し出すことが可能であり, これは

ユーザ個々の嗜好, 使用環境を加味したユーザのデライトを満足する様々なバリエーションのカスタム照明がデザイン可能であることを示唆している。

さらに, 構造付与による品質向上の一例として耐衝撃性に優れたカスタム照明セードの開発を行った。Fig. 3に示す3次元網目外殻構造を設計し, 電子ビーム金属粉末積層造形装置により模擬照明セードとして3次元メッシュボールを造形した。落下時に, 3次元メッシュボールは弾むことにより外形状変化や破壊されることはなく, 耐衝撃吸収性が付与されることを見出した。このように, 金属粉末積層造形法により, デザイン, 調光のみならず, 落下しても壊れないといった飛躍的な性能向上をも具現化したカスタム照明セードの開発に成功した。

### 3 用途, 適用範囲

本開発技術は, カスタム照明のみに留まらず, IoT (物のインターネット) に代表される情報の流れ<sup>1)</sup>, ノウハウ, アイデアをつなげることで, 金属粉末積層造形技術を利用した高付加価値カスタム製品群の創製が期待できる。同時に同製品群を対象とした金属粉末の新しい用途開発が飛躍的に拡大する。また, 金属粉末積層造形法では粉末性状そのものが製品の製造工程や品質に直結することから, 今後の高付加価値カスタム製品開発の実現は金属粉末の製造技術の進歩に依存するところが大きい。さらに, ユーザ参加型の製品設計プロセスにおいてはスマートフォン, タブレットなどのモバイル機器の利用を想定しており, 拡張現実等モバイル機器の特徴を最大限活用したイーコマースは「モバイル・ファースト」(モバイルを中心にデザインしたツール) のアプリケーションとして次世代イーコマースへの足掛かりになるものと期待される。

### 4 今後の展開

本開発品は, 内閣府主導のSIP (戦略的イノベーション創造プログラム) / 革新的設計生産技術 (佐々木直哉プログラムディレクター) の研究テーマの一つである「三次元異方性カスタマイズ化設計・付加製造拠点の構築と地域実証 (研究開発責任者: 掛下知行阪大教授)」<sup>2,3)</sup> の取り組みの一環であり, 2016年度にテストユース, 2018年度の実用化を目指している。

### 5 特 許

特開 2013-094390: 構造体の製造方法及び構造体, 特開 2011-136083: 衝撃吸収構造体及びその製造方法, 商標第 5777527 号: デライトアセスメント, 商標第 5801314 号: デライトアセスメントを出願, 登録済み。

### 謝 辞

本稿の一部は, 総合科学技術・イノベーション会議による内閣府主導のSIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 「革新的設計生産技術」(管理法人: NEDO) によって実施されたものです。

### 文 献

- 1) Maruwakari industry 4.0 the 4th industry revolution, Nikkei Business Publications Inc. (2015).
- 2) Cabinet Office: Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP), <http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/>.
- 3) “SIP(Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)/ Innovative Design and Manufacturing Technologies”, “Establishment and Validation of the Base for 3D Design & Additive Manufacturing Standing on the Concepts of Anisotropy & Customization.”—Osaka University Anisotropic Design & AM Research Center—, <http://www.mat.eng.osaka-u.ac.jp/sipk/>.