

Title	機能性粒子（セラミック粒子および銀粒子）混合樹脂を用いた液晶マイクロ光造形法に関する研究
Author(s)	李, 東建
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48510
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	李 東 建
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 21174 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械システム工学専攻
学位論文名	機能性粒子(セラミック粒子および銀粒子)混合樹脂を用いた液晶マイクロ光造形法に関する研究 Study on the LCD Microstereolithography Method using Photosensitive Resin reinforced with the Functional Particles of Ceramic and Silver Particles
論文審査委員	(主査) 教授 高谷 裕浩 (副査) 教授 竹内 芳美 教授 箕島 弘二 助教授 榎本 俊之

論文内容の要旨

複雑な 3 次元形状を持つマイクロ部品の高速・高精度な作製手法として、液晶マイクロ光造形法が注目されている、この手法はマイクロ部品の多様化、高機能化に対応する、3 次元マイクロ形状の RP (Rapid Prototyping) 技術としての適用性を有している。本論文では、マイクロ部品の高機能化の実現を目指し、従来の光硬化性樹脂に様々な機能性フィラーを添加することにより、液晶マイクロ光造形法に基づいた高機能マイクロ部品の作製技術について検討し実証する。さらに高機能性を持つ粒子混合樹脂の開発およびそれを用いて高機能マイクロ部品を高速・高精度に作製することにより、その実用性を実証するものである。本研究の主な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 高硬度のマイクロ部品を作製するため、セラミックナノ粒子を光硬化性樹脂に均一に混合させることにより、従来の光硬化性樹脂より 3.4 倍も高い硬度値を有する硬化物が得られた。また、この樹脂は造形可能な流動性、良い分散性を同時に満足していることを示した。
- (2) 開発したセラミック粒子混合樹脂を用いた高硬度のマイクロ部品の一例として、積層厚さ $10\mu\text{m}$ 、1 層の当り 0.15 s 程度で 50 層の連続積層造形を行うことにより、マイクロかさ歯車形状を製作した。歯部と中央穴部で最大誤差 $3\mu\text{m}$ の良好な精度で高速にマイクロかさ歯車の造形が可能であることを示した。
- (3) 銀微粒子を光硬化性樹脂に均一に混合し、造形物に $200\pm 10^\circ\text{C}$ 、1 時間の熱処理を行うことにより、半導体回路に応用できる比抵抗値 $3\times 10^{-5}\ \Omega\cdot\text{cm}$ 以下の高導電性のマイクロ部品を作製することができることを示した。
- (4) 開発した銀粒子混合樹脂を用いた高導電性のマイクロ部品の一例として、100 個のマイクロ電極を試作した。その結果、80、130、170、255 階調の 4 段階濃淡マスクを用いることにより、形状誤差 1.4% の高精度な造形を実現し、さらに露光時間 1.3 s の高速な一括作製が可能であることを示した。

論文審査の結果の要旨

複雑な3次元形状を持つマイクロ部品的高速・高精度な作製手法として、液晶マイクロ光造形法が注目されている。この手法はマイクロ部品の多様化、高機能化に対応する、3次元マイクロ形状のRP (Rapid Prototyping) 技術としての適用性を有している。本論文では、マイクロ部品の高機能化の実現を目指し、従来の光硬化性樹脂に様々な機能性フィラーを添加することにより、液晶マイクロ光造形法に基づいた高機能マイクロ部品の作製技術について検討し実証する。さらに高機能性を持つ粒子混合樹脂の開発およびそれを用いて高機能マイクロ部品を高速・高精度に作製することにより、その実用性を実証するものである。本研究の主な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 高硬度のマイクロ部品を作製するため、セラミックナノ粒子を光硬化性樹脂に均一に混合させることにより、従来の光硬化性樹脂よりも、その硬化物が3.4倍も高い硬度値を示す樹脂が得られた。また、この樹脂は造形可能な流動性、良い分散性を同時に満足していることを示した。
- (2) 開発したセラミック粒子混合樹脂を用いた高硬度のマイクロ部品の一例として、積層厚さ $10\mu\text{m}$ 、1層の当り 0.15 s 程度で50層の連続積層造形を行うことにより、マイクロかさ歯車形状を製作した、歯部と中央穴部で最大誤差 $3\mu\text{m}$ の良好な精度で高速にマイクロかさ歯車の造形が可能であることを示した。
- (3) 銀微粒子を光硬化性樹脂に均一に混合し、造形物に $200\pm 10^\circ\text{C}$ 、1時間の熱処理を行うことにより、半導体回路に応用できる比抵抗値 $3\times 10^{-5}\ \Omega\cdot\text{cm}$ 以下の高導電性のマイクロ部品を作製することができることを示した。
- (4) 開発した銀粒子混合樹脂を用いた高導電性のマイクロ部品の一例として、100個のマイクロ電極を試作した。その結果、80、130、170、255階調の4段階濃淡マスクを用いることにより、形状誤差1.4%の高精度な造形を実現し、さらに露光時間 1.3 s の高速な一括作製が可能であることを示した。

以上のように、本論文では機能性粒子（セラミック粒子および銀粒子）混合樹脂を用いた液晶マイクロ光造形法によって高機能マイクロ部品を高速・高精度に作製する新現手法について論じたもので、その成果はマイクロ部品の高機能化に関する貴重な知見を与えるものであり、精密工学の発展に寄与するところが大きい、よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。