

# HITAMAiSPA

Hot-Lithography-based Additive Manufacturing of Antennas for Space

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 16. Ausschreibung (2019)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.11.2020	<b>Projektende</b>	30.04.2023
<b>Zeitraum</b>	2020 - 2023	<b>Projektlaufzeit</b>	30 Monate
<b>Keywords</b>	Additive Manufacturing, Metallization, antennas, Space, flexible production		

## Projektbeschreibung

In diesem Projekt wird eine Strategie zur Herstellung von Satellitenantennen unter Verwendung von Hochleistungspolymeren mittels Additive Manufacturing (AM) entwickelt und durch Oberflächenmetallisierungstechniken funktionalisiert.

Die vorgeschlagene Anwendung basiert auf einer Antennenanordnung, die eine globale Abdeckung gewährleistet und eine signifikante Reduzierung der Höhe im Vergleich zu den traditionellen Global-Hornantennen darstellt und Bauraumeinschränkungen dieser Art von Antennen reduziert. AM ermöglicht das Design der Antennenanordnung aus wenigen Einzelteilen, was die sehr zeitaufwändigen Montage- und Testphasen sowie die Bereitstellung leichter, nutzungsreduzierender Teile vereinfacht.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist es notwendig präzise AM-Teile mit geringer Oberflächenrauheit herzustellen und zusätzlich die notwendige (thermo-)mechanische Leistung für den Einsatz in extremen Umgebungen (z.B. hohe Temperaturschwankungen von -50 bis 300 °C, Vakuum) sicherzustellen.

Daher ist es unerlässlich, ein Polymer als Basismaterial zu verwenden, das sowohl hohe Temperaturen als auch Temperaturzyklen verträgt. Diese anspruchsvolle Aufgabe wird durch die Verwendung neu entwickelter Polymermaterialien erreicht, die über die Hot Lithography Technologie von Cubicure zugänglich sind, einer einzigartigen Stereolithographietechnologie, die ein großes Potential für neue Hochleistungs-AM-Materialien bietet (d.h. Harzformulierungen mit Viskositäten bis zu 20 Pa s bei Verarbeitungstemperaturen von bis zu 120 °C). Das Potenzial eines speziell entwickelten hochtemperaturstabilen Polymermaterials, das nach dem Hot-Lithography-Verfahren hergestellt gedruckt kann, wird dabei im Rahmen des Projektes untersucht.

Anschließend müssen solche hochleistungsfähigen polymeren AM-Teile behandelt werden, um eine metallische, gleichmäßige Oberfläche mit guter Haftung zur Funktionalisierung der AM-Teile zu erhalten.

Dafür wird ein nasschemisches Verfahren eingesetzt, das eine gleichmäßige Aktivierung und Metallisierung durch verschiedene Schichten (z.B. Cu oder Ag) der äußeren und inneren Bereiche auch komplexer Strukturen gewährleistet.

Daher wird das vorgeschlangene Konzept nicht nur von der Einführung der Oberflächenmetallisierung in den neu entwickelten AM-Workflow profitieren, sondern auch von der Anpassung des nasschemischen Beschichtungsprozesses auf das entwickelte Stereolithographieharz.

Neben der Herstellung und Beschichtung solcher AM-Antennensysteme ist die Charakterisierung der Komponenten und die Verbesserung des Zusammenspiels der einzelnen Schritte von großer Bedeutung. So werden letztlich leichte

Antennensysteme für Luft- und Raumfahrtanwendungen mit langer Lebensdauer und hervorragender Gesamtleistung konzipiert und additiv gefertigt.

Das Projekt HITAMAI SPA verfügt über ein ausgeprägtes Innovationspotenzial für Satellitenkommunikationssysteme und die Raumfahrtindustrie und kann auch über den Projektumfang hinaus Erkenntnisse liefern, z.B. für die Verwendung von polymerbasierten, metallisierten Bauteilen wie anderen passiven HF-Komponenten (z.B. Filtern) oder Wärmetauschern.

Die vorgeschlagene Anwendung basiert auf einer Antennenanordnung, die eine globale Abdeckung gewährleistet und eine signifikante Reduzierung der Höhe im Vergleich zu den traditionellen Global-Hornantennen darstellt und Platzbeschränkungen dieser Art von Antennen reduziert. AM ermöglicht die Konstruktion der Antennenanordnung in einer geringen Stückzahl, was die sehr zeitaufwändigen Montage- und Testphasen sowie die Bereitstellung leichter, nutzungsreduzierender Teile vereinfacht.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist es notwendig präzise AM-Teile mit geringer Oberflächenrauheit herzustellen und zusätzlich die notwendige (thermo-)mechanische Leistung für den Einsatz in extremen Umgebungen (z.B. hohe Temperaturschwankungen von -50 bis 300 °C, Vakuum) sicherzustellen.

Daher ist es unerlässlich, ein Polymer als Basismaterial zu verwenden, das sowohl hohe Temperaturen als auch Temperaturzyklen verträgt. Diese anspruchsvolle Aufgabe wird durch die Verwendung neu entwickelter Polymermaterialien erreicht, die über die Hot Lithography Technologie von Cubicure zugänglich sind, einer einzigartigen Stereolithographietechnologie, die ein großes Potential für neue Hochleistungs-AM-Materialien bietet (d.h. Harzformulierungen mit Viskositäten bis zu 20 Pa s bei Verarbeitungstemperaturen von bis zu 120 °C). Das Potenzial eines speziell entwickelten hochtemperaturstabilen Polymermaterials, das nach dem Hot-Lithography-Verfahren hergestellt werden kann, wird dabei im Rahmen des Projektes untersucht.

Anschließend müssen solche hochleistungsfähigen polymeren AM-Teile behandelt werden, um eine metallische, gleichmäßige Oberfläche mit guter Haftung zur Funktionalisierung der AM-Teile zu erhalten.

Dafür wird ein nasschemisches Verfahren eingesetzt, das eine gleichmäßige Aktivierung und Metallisierung durch verschiedene Schichten (z.B. Cu oder Ag) der äußeren und inneren Bereiche auch komplexer Strukturen gewährleistet.

Daher wird das vorgeschlagene Konzept nicht nur von der Einführung der Oberflächenmetallisierung in den neu entwickelten AM-Workflow profitieren, sondern auch von der Anpassung des nasschemischen Beschichtungsprozesses auf das entwickelte Stereolithographieharz.

Neben der Herstellung und Beschichtung solcher AM-Antennensysteme ist die Charakterisierung der Komponenten und die Verbesserung des Zusammenspiels der einzelnen Schritte von großer Bedeutung. So werden letztlich leichte Antennensysteme für Luft- und Raumfahrtanwendungen mit langer Lebensdauer und hervorragender Gesamtleistung konzipiert und additiv gefertigt.

Das Projekt HITAMAI SPA verfügt über ein ausgeprägtes Innovationspotenzial für Satellitenkommunikationssysteme und die Raumfahrtindustrie und kann auch über den Projektumfang hinaus Erkenntnisse liefern, z.B. für die Verwendung von polymerbasierten, metallisierten Bauteilen wie anderen passiven HF-Komponenten (z.B. Filtern) oder Wärmetauschern.

## **Abstract**

The objective of the project HITAMAI SPA is the development of a strategy to manufacture satellite antennas using high performance polymers via additive manufacturing (AM) and their functionalization via surface metallization techniques. The proposed application is based on an antenna array to provide global coverage, which displays a significant reduction in terms of height when compared to the traditionally used Global Horns, thus reduces the accommodation limitations of these

kinds of antennas. AM enables the design of the antenna array in a reduced number of pieces, which simplifies considerably the highly time-consuming assembly and test phases. Additionally, using polymer as material results in lightweight, payload-reducing parts.

To achieve this goal, it is necessary to fabricate precise AM parts with low surface roughness and additionally ensure the required (thermo)mechanical properties for application in extreme environments (e.g. high temperature variations from -50 to 300 °C, vacuum).

Therefore, it is essential to use a base polymeric material, which tolerates high temperature as well as temperature cycles. This demanding task will be achieved by the use of newly developed polymer materials accessible via the Hot Lithography process established by the company Cubicure GmbH. This unique stereolithography technology provides a large window of opportunity for new high performance AM materials (i.e. processing resin formulations with viscosities up to 20 Pa s at processing temperatures as high as 120 °C). The potential of application for tailored high temperature resistant polymer AM materials, which can be manufactured by the Hot Lithography process will be investigated.

Subsequently, the surface of such high performance polymeric AM parts needs to be coated in a way that provides functionality via good adherence and uniform plating of finally metallized 3D surfaces. Thus, a wet chemical process will be used ensuring uniform activation and metallization by different conductive layers of choice (such as Cu or Ag) of the outer and inner areas even of complex structures. Therefore, the proposed concept will benefit from introducing the surface metallization process into the newly developed additive manufacturing workflow and the tailoring of the wet-chemical process to the developed AM material.

Additionally, to the manufacturing and plating of such AM antenna systems, the characterization of the components and the improvement of the interplay of each step is of high importance. So that in the end lightweight antenna systems for aerospace applications with long lifetime and outstanding overall performance are designed and additively manufactured. The HITAMAiSPA project has distinctive innovation potential for satellite communication systems and the space industry and may provide knowledge even beyond the scope of the project, e.g. for the usage of polymer-based, metallized parts like other passive RF components (e.g. filter) or heat exchangers.

## **Projektkoordinator**

- CEST Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächentechnologie GmbH

## **Projektpartner**

- TTI NORTE S.L.
- Cubicure GmbH