



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.2018 Patentblatt 2018/05

(51) Int Cl.:
H05H 1/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17001095.3**

(22) Anmeldetag: **28.06.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **26.07.2016 DE 102016008945**

(71) Anmelder: **Airbus Defence and Space GmbH**
82024 Taufkirchen (DE)

(72) Erfinder:
• **Caspari, Ralf**
D-85092 Kösching (DE)
• **Weichwald, Robert**
D-93354 Siegenburg (DE)
• **Ermann, Emanuel**
D-85077 Oberstimm / Manching (DE)
• **Karch, Christian**
D-85579 Neubiberg (DE)

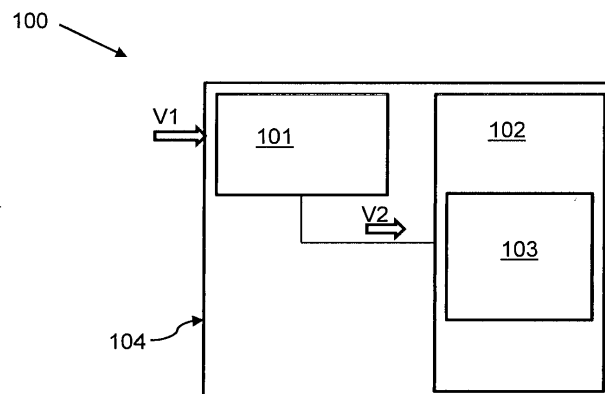
(74) Vertreter: **Krebs, Jörg**
Airbus Defence and Space GmbH
Patentabteilung
81663 München (DE)

(54) **MIKROELEKTRONISCHES MODUL ZUR VERÄNDERUNG DER ELEKTROMAGNETISCHEN SIGNATUR EINER OBERFLÄCHE, MODULARRAY UND VERFAHREN ZUR VERÄNDERUNG DER ELEKTROMAGNETISCHEN SIGNATUR EINER OBERFLÄCHE**

(57) Es wird ein mikroelektronisches Modul zur Veränderung der elektromagnetischen Signatur einer Oberfläche angegeben. Das mikroelektronische Modul weist wenigstens einen Spannungswandler zur Umwandlung einer bereitgestellten ersten Spannung in eine höhere, niedrigere oder identische zweite Spannung auf. Weiter weist das mikroelektronische Modul wenigstens einen Aktuator auf. Der Aktuator weist wenigstens einen Generator zur Erzeugung eines elektrischen Plasmas aus

der von dem Spannungswandler bereitgestellten zweiten Spannung auf. Wenigstens der Spannungswandler und der Aktuator sind auf einem dünn-schichtigen flächigen Substrat angeordnet. Das durch den Aktuator erzeugte elektrische Plasma interagiert mit einer auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung wodurch eine Veränderung der elektromagnetischen Signatur erfolgt.

Figur 1



Beschreibung

[0001] Verschiedene Ausführungsformen betreffen allgemein ein mikroelektronisches Modul zur Veränderung der elektromagnetischen Signatur einer Oberfläche, sowie ein Modularray und ein Verfahren zur Veränderung der elektromagnetischen Signatur einer Oberfläche.

[0002] Die Entwicklung moderner Fahrzeuge, beispielsweise moderner Flugzeuge, geht immer weiter dahin, die Entdeckbarkeit durch beispielsweise gegnerisches Radar zu verringern. Beispielsweise wird dies durch die sogenannte Tarnkappen- oder Stealth-Technologie erreicht. Hierbei wird u.a. die geometrische Form eines Fahrzeugs, wie beispielsweise eines Schiffs, eines Landfahrzeugs oder eines Flugzeugs dahingehend optimiert, dass das Fahrzeug beispielsweise auf einem gegnerischen Radarschirm wesentlich kleiner erscheint, oder an einer anderen Position bzw. verzögert dargestellt wird. Derartige geometrische Optimierungen weisen beispielsweise jedoch den Nachteil auf, dass diese häufig nur passiv wirken und nicht an die jeweilige Situation anpassbar sind.

[0003] Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung anzugeben, die die vorgenannten Nachteile vermeidet.

[0004] Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Beispielhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass die Merkmale der Ausführungsbeispiele der Vorrichtungen auch für Ausführungsformen des Verfahrens gelten und umgekehrt.

[0005] Es wird ein mikroelektronisches Modul zur Veränderung der elektromagnetischen Signatur einer Oberfläche angegeben. Das mikroelektronische Modul weist wenigstens einen Spannungswandler zur Umwandlung einer bereitgestellten ersten Spannung in eine höhere, niedrigere oder identische zweite Spannung auf. Weiter weist das mikroelektronische Modul wenigstens einen Aktuator auf. Der Aktuator weist wenigstens einen Generator zur Erzeugung eines elektrischen Plasmas aus der von dem Spannungswandler bereitgestellten zweiten Spannung auf. Wenigstens der Spannungswandler und der Aktuator sind auf einem dünn-schichtigen flächigen Substrat angeordnet. Das durch den Aktuator erzeugte elektrische Plasma interagiert mit einer auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung wodurch eine Veränderung der elektromagnetischen Signatur erfolgt.

[0006] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die elektromagnetische Signatur einer Oberfläche durch Erzeugung eines elektrischen Plasmas, das mit einer auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung interagiert, zu verändern. Hierbei kann das elektrische Plasma in Abhängigkeit von der auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung erzeugt werden und die elektromagnetische Signatur einer Oberfläche dadurch verändert werden. Die von der Oberfläche abgestrahlte elektromagnetische Signatur ist durch die Interaktion mit dem elektrischen Plasma vorzugsweise gegenüber einer unbeeinflussten zurückreflektierten elektromagnetischen Signatur, d.h. beispielsweise der Radarquerschnitt eines Fahrzeugs erscheint dadurch beispielsweise auf einem Radarschirm verändert, vorzugsweise verkleinert. Somit lässt sich beispielsweise die elektromagnetische Signatur aktiv an die jeweilige Situation anpassen.

[0007] Die Bezeichnung "Aktuator" kann als jede Art von Vorrichtung verstanden werden, die geeignet ist, ein elektrisches Signal in eine andere physikalische Größe umzuwandeln.

[0008] Die Bezeichnung "Spannungswandler" kann als jedes elektrische Element verstanden werden, das in der Lage ist, eine Eingangsspannung in eine höhere, niedrigere oder identische Ausgangsspannung umzuwandeln. Für den Fall dass die Eingangsspannung der Ausgangsspannung entspricht, kann das elektrische Element auch nur aus einem elektrischen Verbindungselement bestehen.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das mikroelektronische Modul weiter wenigstens eine Detektionseinheit auf. Die Detektionseinheit weist wenigstens einen Sensor zur Detektion einer auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung auf. Der Sensor kann beispielsweise dazu geeignet sein, elektromagnetische Wechselwirkungen von auf den Sensor auftreffenden Photonen mit den Elektronen bzw. Atomkernen eines Detektormaterials des Sensors zu detektieren.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das mikroelektronische Modul weiter eine Steuereinheit auf. Die Steuereinheit ist eingerichtet zur Steuerung der Erzeugung des elektrischen Plasmas in Abhängigkeit eines Signals von der Detektionseinheit, eines Empfängers, von Steuerbefehlen einer übergeordneten Sende- und/oder Steuerelementes, und/oder Informationen von wenigstens einem weiteren konventionellen Sensors, einer Antenne und/oder eines Steuer- oder Regelsystems auf. Der Empfänger ist eingerichtet zum Empfang von externen Daten, enthaltend Informationen über die Detektion der auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung. Das mikroelektronische Modul lässt sich somit entsprechend der detektierten elektromagnetischen Strahlung gezielt steuern um die elektromagnetische Signatur einer Oberfläche zu verändern.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aktuator weiter eingerichtet, die auf die Oberfläche auftreffende elektromagnetische Strahlung zu detektieren. Alternativ zu externen Sensoren kann auch der Aktuator selbst in der Lage sein, die auf die Oberfläche auftreffende elektromagnetische Strahlung zu detektieren. Dies hat den Vorteil, dass keine weiteren Detektoren bzw. Sensoren benötigt werden, bzw. die Detektion

durch Kombination mit weiteren Detektoren bzw. Sensoren verbessert werden kann.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Erzeugung des elektrischen Plasmas in Abhängigkeit von der detektierten elektromagnetischen Strahlung und/ oder den empfangenen Daten über die auf die Oberfläche auftreffende elektromagnetische Strahlung. Abhängig von der detektierten elektromagnetischen Strahlung und/ oder den empfangenen Daten über die auf die Oberfläche auftreffende elektromagnetische Strahlung wird das elektrische Plasma erzeugt. Dies hat den Vorteil, dass die Erzeugung des elektrischen Plasmas an die Anforderungen angepasst werden kann.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Veränderung der elektromagnetischen Signatur der Oberfläche durch Absorption und/ oder Reflektion einer äußeren Welle der elektromagnetischen Strahlung. Durch Verringerung der Rückstreuung der elektromagnetischen Strahlung und/ oder durch Dämpfung der Oberflächenwelle der elektromagnetischen Strahlung kann beispielsweise die Absorption und/ oder Reflektion der elektromagnetischen Strahlung verändert werden. Alternativ kann die Veränderung der elektromagnetischen Signatur der Oberfläche auch beispielsweise durch eine Kombination der zuvor beschriebenen Absorption bzw. Reflektion mit beispielsweise einer konventionellen RAM-(radarabsorbierendes Material) Beschichtung oder anderweitigen radarabsorbierenden Materialien oder auch einer Infrarottarnung erfolgen. Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise die radarabsorbierenden Eigenschaften einer RAM-Beschichtung verbessert werden können.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird mit Hilfe des wenigstens einen Aktuators eine frequenzselektive Oberfläche erzeugt. Durch Ansteuerung des wenigstens einen Aktuators sind verteilte oder periodisch leitfähige Plasmastrukturen bevorzugt auf, in oder unter der Oberfläche generierbar. Das erzeugte Plasma weist bevorzugt ein spezifisches Frequenzband auf. Die Breite des Frequenzbandes und/ oder die Mittelfrequenz sind bevorzugt durch ein angelegtes magnetisches Feld steuerbar. Durch die Beeinflussung des generierten Plasmas wird bevorzugt ein aktives Metamaterial gebildet. Das aktive Metamaterial ist beispielsweise als Bandpass, Bandstopp, Hochpass, Tiefpass oder einer Kombinationen dieser, zur Veränderung der elektromagnetischen Wellen einsetzbar. Dies hat den Vorteil, dass die elektromagnetische Strahlung gezielt verändert werden kann um dadurch beispielsweise das Radarbild zu verfälschen.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das dünn-schichtige flächige Substrat eine flexible und/ oder mehrdimensional verformbare Folie oder Gitter. Beispielsweise kann das Gitter eine flexible und/ oder mehrdimensional verformbare Gitterstruktur aufweisen. Das dünn-schichtige flächige Substrat kann alternativ auch aus einem vergleichbaren Material bestehen, das

geeignet ist, das die Bauteile des Moduls auf diesem auf-, ein- bzw. angebracht werden können und das möglichst dünn und stabil genug ist. Beispielsweise kann das Substrat auch ein Gewebe, eine Gitterstruktur oder einen Verbundwerkstoff aufweisen. Dies hat den Vorteil, dass das Modul in seinen geometrischen Abmessungen gering gehalten werden kann, wobei eine ausreichende Stabilität gegeben ist, um das Modul beispielsweise auf einer Oberfläche dauerhaft oder reversibel aufzubringen, beispielsweise zu kleben.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Modul eine Mehrzahl von Aktuatoren auf. Die Mehrzahl der Aktuatoren weist bevorzugt eine unterschiedliche und/ oder identische Orientierung auf. Dies hat den Vorteil, dass die beispielsweise aus unterschiedlichen Richtungen auf das Modul auftreffende elektromagnetische Strahlung gezielt verändert werden kann.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Modul wenigstens ein Schaltelement zur Aktivierung und/ oder Deaktivierung des Moduls und/ oder wenigstens eines der Mehrzahl von Aktuatoren auf. Dies hat den Vorteil, dass das ein einzelnes Modul selbst, oder ein Modul bzw. mehrere Module einer Mehrzahl von Modulen gezielt aktiviert oder/ oder deaktiviert werden können.

[0018] Die Bezeichnung "Schaltelement" kann als jede Art von Vorrichtung verstanden werden, die geeignet ist, eine Verbindung von einem unterbrochenen Zustand in einen verbundenen Zustand zu verändern. Hierunter kann auch eine einseitig offene Verbindung zu verstehen sein, die beispielsweise durch anschließen des Moduls an beispielsweise eine elektronische Einheit zur Steuerung dauerhaft oder reversibel geschlossen werden kann.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist durch die Aktuatoren eine auf der Oberfläche frei definierbare Antenne oder ein Antennenarray zur Anpassung von Antennengewinn, Polarisation und Empfangsrichtung ausbildbar.

[0020] Die Antenne oder das Antennenarray ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform als Sende- und/ oder Empfangsantenne für elektromagnetische Strahlung einsetzbar. Dies hat den Vorteil, dass die Antenne oder das Antennenarray, falls erforderlich, zum Versenden und/ oder Empfangen von Daten eingesetzt werden kann. Dies hat den Vorteil, dass das Modul auch als Empfangs- bzw. Sendeantenne verwendbar ist.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Sende- und/ oder Empfangsantenne über eine Ein- und/ oder Auskopplungseinrichtung an einen externen Sender und/ oder Empfänger ankoppelbar. Dies hat den Vorteil, dass die Antenne bzw. das Antennenarray, das beispielsweise als Sende- und/ oder Empfangsantenne ausgebildet sein kann, mit einem externen Sender und/ oder Empfänger verbindbar ist. Dadurch können beispielsweise Daten von dem externen Sender über die, als Sendeantenne ausgebildete Antenne bzw. das Antennenarray, versandt werden und/ oder Daten von dem

externen Empfänger über die als Empfangsantenne ausgebildete Antenne bzw. das Antennenarray, empfangen werden.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind der Spannungswandler, das Schaltelement, der Aktuator, die Detektionseinheit, der Sensor, der Empfänger, der Sender und/ oder das Steuerelement als MEMS-(Micro-Elektro-Mechanisches System) Struktur ausgeführt. Alternativ können der Spannungswandler, das Schaltelement, der Aktuator, die Detektionseinheit, der Sensor, der Empfänger, der Sender und/ oder das Steuerelement auch als Nanoelektromechanisches System ausgebildet sein. Weitere vorteilhafte Komponenten des Moduls können, soweit vorteilhaft und anwendbar, auch beispielsweise als MEMS-Struktur oder als Nanoelektromechanisches System ausgebildet sein. Dies hat den Vorteil, dass das Modul und dessen Komponenten in den Abmessungen sehr klein gehalten werden können. Der für das Modul notwendige Platz kann somit beispielsweise auf Minimum reduziert werden.

[0023] Weiter wird ein Modularray, aufweisend eine Mehrzahl von zuvor beschriebenen mikroelektronischen Modulen angegeben. Durch die Anordnung einer Mehrzahl der Module in einem Array kann die Veränderung der elektromagnetischen Struktur einer Oberfläche verstärkt werden und/oder gezielt ausgerichtet eingesetzt werden.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform können auch mehrere mikroelektronische Module auf einem gemeinsamen dünn-schichtigen flächigen Substrat angeordnet sein. Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise die Aufbringung des Moduls auf einer Oberfläche erleichtert, bzw. beschleunigt werden kann wodurch die Kosten für die Montage reduziert werden können.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Aktuatoren der Mehrzahl der Module zeitversetzt und/oder phasenverschoben ansteuerbar. Die Intensität ist beispielsweise durch Ausnutzung von Interferenzerscheinungen beeinflussbar. Durch eine zeitversetzte und/oder phasenverschobene Ansteuerung der Aktuatoren können gezielt Interferenzerscheinungen bei der Erzeugung des elektrischen Plasmas ausgenutzt werden.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Modularray ein oder mehrere Schaltelemente auf, die eingerichtet sind, ein oder mehrere Aktuatoren des Modularrays zu aktivieren und/oder zu deaktivieren. Dies hat den Vorteil, dass das Modularray individuell gesteuert werden kann und die geometrischen Abmessungen je nach Anwendung gering gehalten werden können.

[0027] Weiter wird eine Anordnung wenigstens eines zuvor beschriebenen mikroelektronischen Moduls oder wenigstens eines zuvor beschriebenen Modularrays auf und/ oder in einer Oberfläche eines Fahrzeugs angegeben.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Oberfläche eine Beschichtung auf, die eine auf die Oberfläche auftreffende elektromagnetische Strah-

lung wenigstens Teilweise absorbiert. Die Beschichtung kann beispielsweise aus einem RAM-Material bestehen.

[0029] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Fahrzeug ein Luftfahrzeug, ein Wasserfahrzeug oder ein Landfahrzeug ist. Durch die Anordnung wenigstens eines Moduls oder wenigstens eines Modularrays kann die elektromagnetische Signatur verändert werden, so dass beispielsweise die elektromagnetische Signatur reduziert werden kann und dadurch das Radarabbild des Fahrzeugs verfälscht werden kann.

[0030] Weiter wird ein Verfahren zur Veränderung der elektromagnetischen Signatur einer Oberfläche unter Verwendung wenigstens eines zuvor beschriebenen mikroelektronischen Moduls oder wenigstens eines zuvor beschriebenen Modularrays angegeben. Das Verfahren weist den Schritt Umwandeln einer bereitgestellten ersten Spannung in eine höhere, niedrigere oder identische zweite Spannung auf. Weiter weist das Verfahren den Schritt Detektion einer elektromagnetischen Strahlung auf. Das Verfahren weist weiter den Schritt Erzeugen eines elektrischen Plasmas aus der zweiten Spannung auf. Weiter weist das Verfahren den Schritt Verändern der elektromagnetischen Signatur der Oberfläche durch Interaktion des erzeugten elektrischen Plasmas mit einer auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung auf.

[0031] In den Zeichnungen beziehen sich im Allgemeinen gleiche Bezugszeichen auf die gleichen Teile über die verschiedenen Ansichten hinweg. Die Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu; Wert wird stattdessen im Allgemeinen auf die Veranschaulichung der Prinzipien der Erfindung gelegt. In der folgenden Beschreibung werden verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben unter Bezugnahme auf die folgenden Zeichnungen, in denen:

- FIG. 1 eine erste Ausführungsform eines mikroelektronischen Moduls zeigt;
- FIG. 2 ein Modularray aufweisend eine Mehrzahl von mikroelektronischen Modulen zeigt;
- FIG. 3 die Anordnung einer Mehrzahl mikroelektronischer Module auf der Oberfläche eines Flugzeugs zeigt; und
- FIG. 4 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Veränderung der elektromagnetischen Signatur einer Oberfläche zeigt.

[0032] Die folgende detaillierte Beschreibung nimmt Bezug auf die beigefügten Zeichnungen, welche zur Erläuterung spezifische Details und Ausführungsformen zeigen, in welchem die Erfindung praktiziert werden kann.

[0033] Das Wort "beispielhaft" wird hierin verwendet mit der Bedeutung "als ein Beispiel, Fall oder Veranschaulichung dienend". Jede Ausführungsform oder

Ausgestaltung, die hierin als "beispielhaft" beschrieben ist, ist nicht notwendigerweise als bevorzugt oder vorteilhaft gegenüber anderen Ausführungsformen oder Ausgestaltungen auszulegen.

[0034] In der folgenden ausführlichen Beschreibung wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil dieser Beschreibung bilden und in denen zur Veranschaulichung spezifische Ausführungsformen gezeigt sind, in denen die Erfindung ausgeübt werden kann. In dieser Hinsicht wird Richtungsterminologie wie etwa "oben", "unten", "vorne", "hinten", "vorderes", "hinteres", usw. mit Bezug auf die Orientierung der beschriebenen Figur(en) verwendet. Da Komponenten von Ausführungsformen in einer Anzahl verschiedener Orientierungen positioniert werden können, dient die Richtungsterminologie zur Veranschaulichung und ist auf keinerlei Weise einschränkend. Es versteht sich, dass andere Ausführungsformen benutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es versteht sich, dass die Merkmale der hierin beschriebenen verschiedenen beispielhaften Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch anders angegeben. Die folgende ausführliche Beschreibung ist deshalb nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen, und der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung wird durch die angefügten Ansprüche definiert.

[0035] Im Rahmen dieser Beschreibung werden die Begriffe "verbunden", "angeschlossen" sowie "gekoppelt" verwendet zum Beschreiben sowohl einer direkten als auch einer indirekten Verbindung, eines direkten oder indirekten Anschlusses sowie einer direkten oder indirekten Kopplung. In den Figuren werden identische oder ähnliche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen, soweit dies zweckmäßig ist.

[0036] Bei den hier beschriebenen Verfahren können die Schritte in nahezu jeder beliebigen Reihenfolge ausgeführt werden, ohne von den Prinzipien der Erfindung abzuweichen, wenn nicht ausdrücklich eine zeitliche oder funktionale Abfolge aufgeführt ist. Wenn in einem Patentanspruch dargelegt wird, dass zuerst ein Schritt ausgeführt wird und dann mehrere andere Schritte nacheinander ausgeführt werden, so ist dies so zu verstehen, dass der erste Schritt vor allen anderen Schritten durchgeführt wird, die anderen Schritte jedoch in jeder beliebigen geeigneten Reihenfolge durchgeführt werden können, wenn nicht innerhalb der anderen Schritte eine Abfolge dargelegt ist. Teile von Ansprüchen, in denen beispielsweise "Schritt A, Schritt B, Schritt C, Schritt D und Schritt E" aufgeführt sind, sind so zu verstehen, dass Schritt A zuerst ausgeführt wird, Schritt E zuletzt ausgeführt wird und die Schritte B, C und D in jeder beliebigen Reihenfolge zwischen den Schritten A und E ausgeführt werden können, und dass die Abfolge in den formulierten Schutzbereich des beanspruchten Verfahrens fällt. Des Weiteren können angegebene Schritte gleichzeitig ausgeführt werden, wenn nicht eine ausdrückliche Formu-

lierung im Anspruch darlegt, dass sie separat auszuführen sind. Beispielsweise können ein Schritt zum Ausführen von X im Anspruch und ein Schritt zum Ausführen von Y im Anspruch gleichzeitig innerhalb eines einzelnen Vorgangs durchgeführt werden, und der daraus resultierende Prozess fällt in den formulierten Schutzbereich des beanspruchten Verfahrens.

[0037] Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsform eines mikroelektronischen Moduls 100. Das mikroelektronische Modul 100 zur Veränderung der elektromagnetischen Signatur einer Oberfläche weist in der dargestellten Ausführungsform einen Spannungswandler 101. Der Spannungswandler 101 dient zur Umwandlung einer bereitgestellten ersten Spannung V1 in eine höhere, niedrigere oder identische zweite Spannung V2. Das mikroelektronische Modul 100 weist in der dargestellten Ausführungsform weiter einen Aktuator 102 auf. Der Aktuator 102 weist in der dargestellten Ausführungsform einen Generator 103 zur Erzeugung eines elektrischen Plasmas aus der von dem Spannungswandler 101 bereitgestellten zweiten Spannung V2 auf. Der Spannungswandler 101 und der Aktuator 102 sind auf einem dünn-schichtigen flächigen Substrat 104 angeordnet. Das dünn-schichtige flächige Substrat 104 ist beispielsweise eine Folie. Das durch den Aktuator 102 erzeugte elektrische Plasma interagiert mit einer auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung. Durch das elektrische Plasma wird hierbei die elektromagnetische Signatur der auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung verändert, vorzugsweise reduziert. Der Spannungswandler 101 ist mit dem Aktuator 102 elektrisch gekoppelt.

[0038] Gemäß einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform kann das mikroelektronische Modul 100 auch mehr als einen Spannungswandler 101 aufweisen, wobei die mehreren Spannungswandler auch miteinander elektrisch verschaltet sein können und dadurch beispielsweise interagieren können. Das mikroelektronische Modul 100 kann auch mehrere Aktuatoren 102 aufweisen, wobei jeder Aktuator 102 beispielsweise ein oder mehrere Generatoren 103 zur Erzeugung eines elektrischen Plasmas aufweisen können. Weiter kann das mikroelektronische Modul 100 gemäß einer nicht dargestellten Ausführungsform eine Detektionseinheit zur Detektion der auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung aufweisen, und/ oder eine Steuereinheit, eingerichtet zur Steuerung der Erzeugung des elektrischen Plasmas in Abhängigkeit eines Signals von der Detektionseinheit, eines Empfängers, eingerichtet zum Empfang von externen Daten, enthaltend Informationen über die Detektion der auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung, von Steuerbefehlen einer übergeordneten Sende- und/ oder Steuerelementes, und /oder Informationen von wenigstens einem weiteren konventionellen Sensors, einer Antenne und/ oder eines Steuer- oder Regelsystems.

[0039] Figur 2 zeigt ein Modularray 200 aufweisend eine Mehrzahl von mikroelektronischen Modulen 201.

Jedes der mikroelektronischen Module 201 weist einen Spannungswandler 202 und einen Aktuator 203, aufweisend einen Generator 204 auf einem dünnsschichtigen flächigen Substrat 205 auf. Obwohl jedes der dargestellten Module 201 ein eigenes Schaltelement 204 aufweisen, kann gemäß einer alternativen Ausführungsform (nicht dargestellt) ein Schaltelement 204 auch für zwei oder mehrere Module 201 vorgesehen sein. Die mikroelektronischen Module 201 des Modularrays 200 sind untereinander elektrisch verbunden (nicht dargestellt).

[0040] Figur 3 zeigt die Anordnung 300 einer Mehrzahl mikroelektronischer Module 301 auf der Unterseite eines Flugzeugs 302 zeigt. Auf der Unterseite der Tragflächen 303, 304 des Flugzeugs 302 sind in der dargestellten Ausführungsform nahezu vollflächig mehrere mikroelektronische Module 301 angeordnet, um die elektromagnetischen Signatur der Flugzeugoberfläche zu verändern.

[0041] In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform können mikroelektronische Module 301 auch auf der gesamten Flugzeugoberfläche, sowohl auf der Unterseite als auch auf der Oberseite vorgesehen sein.

[0042] Figur 4 zeigt ein Flussdiagramm 400 eines Verfahrens zur Veränderung der elektromagnetischen Signatur einer Oberfläche unter Verwendung wenigstens eines Mikroelektronischen-Moduls oder wenigstens eines Modularrays. In Schritt 401 wird eine bereitgestellte erste Spannung in eine höhere, niedrigere oder identische zweite Spannung umgewandelt. In Schritt 402 wird eine elektromagnetische Strahlung detektiert. In Schritt 403 wird ein elektrisches Plasma aus der zweiten Spannung erzeugt. Weiter wird in Schritt 404 die elektromagnetische Signatur der Oberfläche durch Interaktion des erzeugten elektrischen Plasmas mit einer auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung verändert.

[0043] Obwohl die Erfindung vor allem unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen gezeigt und beschrieben worden ist, sollte von denjenigen, die mit dem Fachgebiet vertraut sind, verstanden werden, dass zahlreiche Änderungen bezüglich Ausgestaltung und Details daran vorgenommen werden können, ohne vom Wesen und Bereich der Erfindung, wie durch die angefügten Ansprüche definiert, abzuweichen. Der Bereich der Erfindung wird somit durch die angefügten Ansprüche bestimmt, und es ist daher beabsichtigt, dass sämtliche Änderungen, welche unter den Wortsinn oder den Äquivalenzbereich der Ansprüche fallen, umfasst werden.

Bezugszeichenliste

[0044]

100, 201, 301	Modul
101, 202	Spannungswandler
102, 203	Aktuator
103, 204	Generator

104, 205	Substrat
200	Modularray
300	Flugzeug
303, 304	Tragfläche
5 400	Flussdiagramm
401 - 404	Verfahrensschritte

V1	erste Spannung
V2	zweite Spannung

10

Patentansprüche

1. Mikroelektronisches-Modul (100) zur Veränderung der elektromagnetischen Signatur einer Oberfläche, aufweisend:

15

wenigstens einen Spannungswandler (101) zur Umwandlung einer bereitgestellten ersten Spannung (V1) in eine höhere, niedrigere oder identische zweite Spannung (V2);

wenigstens einen Aktuator (102), aufweisend wenigstens einen Generator (103) zur Erzeugung eines elektrischen Plasmas aus der von dem Spannungswandler (101) bereitgestellten zweiten Spannung (V2);

25

wobei wenigstens der Spannungswandler (101) und der Aktuator (102) auf einem dünnsschichtigen flächigem Substrat (104) angeordnet sind; und

30

wobei durch eine Interaktion des durch den Aktuator (102) erzeugten elektrischen Plasmas mit einer auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung eine Veränderung der elektromagnetischen Signatur erfolgt.

35

2. Mikroelektronisches-Modul nach Anspruch 1, weiter aufweisend wenigstens eine Detektionseinheit, die wenigstens einen Sensor zur Detektion einer auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung aufweist; und/ oder eine Steuereinheit, eingerichtet zur Steuerung der Erzeugung des elektrischen Plasmas in Abhängigkeit eines Signals von der Detektionseinheit, eines Empfängers, eingerichtet zum Empfang von externen Daten, enthaltend Informationen über die Detektion der auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung, von Steuerbefehlen einer übergeordneten Sende- und/ oder Steuerelementes, und /oder Informationen von wenigstens einem weiteren konventionellen Sensors, einer Antenne und/ oder eines Steuer- oder Regelsystems.

50

3. Mikroelektronisches-Modul nach Anspruch 1, wobei der Aktuator (102) weiter eingerichtet ist, die auf die Oberfläche auftreffende elektromagnetische Strahlung zu detektieren.

55

4. Mikroelektronisches-Modul nach Anspruch 1 oder 2, weiter aufweisend einen Empfänger, eingerichtet zum Empfang von Daten, enthaltend Informationen über die Detektion der auf die Oberfläche auftreffenden elektromagnetischen Strahlung. 5
5. Mikroelektronisches-Modul nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Erzeugung des elektrischen Plasmas in Abhängigkeit von der detektierten elektromagnetischen Strahlung und/ oder den empfangenen Daten über die auf die Oberfläche auftreffende elektromagnetische Strahlung erfolgt. 10
6. Mikroelektronisches-Modul nach einem der vorherstehenden Ansprüche, wobei die Veränderung der elektromagnetischen Signatur der Oberfläche durch Absorption und/oder Reflektion einer äußeren Welle der elektromagnetischen Strahlung, durch Verringerung der Rückstreuung der elektromagnetischen Strahlung und/ oder durch Dämpfung der Oberflächenwelle der elektromagnetischen Strahlung erfolgt, oder in einer Kombination mit einer konventionellen RAM-Beschichtung erfolgt. 15
7. Mikroelektronisches-Modul nach einem der vorherstehenden Ansprüche, wobei mithilfe des wenigstens einen Aktuators (102) eine frequenzselektive Oberfläche erzeugt wird, wobei durch Ansteuerung des wenigstens einen Aktuators (102) verteilte oder periodisch leitfähig Plasmastrukturen auf, in oder unter der Oberfläche generierbar sind, wobei das erzeugte Plasma ein spezifisches Frequenzband aufweist, wobei die Breite des Frequenzbandes und/ oder die Mittelfrequenz durch ein angelegtes magnetisches Feld steuerbar sind, wobei durch die Beeinflussung des generierten Plasmas ein aktives Metamaterial gebildet wird, das als Bandpass, Bandstopp, Hochpass, Tiefpass oder einer Kombinationen dieser zur Veränderung der elektromagnetischen Wellen einsetzbar ist. 20
8. Mikroelektronisches-Modul nach einem der vorherstehenden Ansprüche, wobei das dünnsschichtige flächige Substrat (104) eine flexible und/ oder mehrdimensional verformbare Folie oder Gitter ist. 25
9. Mikroelektronisches-Modul nach einem der vorherstehenden Ansprüche, wobei das Modul (100) eine Mehrzahl von Aktuatoren (102) aufweist; und/ oder, wobei das Modul (100) wenigstens ein Schaltelement zur Aktivierung und/ oder Deaktivierung des Moduls und/ oder wenigstens eines der Mehrzahl von Aktuatoren (102) aufweist; und/ oder wobei durch die Aktuatoren (102) eine auf der Oberfläche frei definierbare Antenne oder ein Antennenarray zur Anpassung von Antennengewinn, Polarisation und Empfangsrichtung ausbildbar ist, wobei die Antenne oder das Antennenarray als Sende- und/ oder Empfangsantenne für elektromagnetische Strahlung einsetzbar ist; und/ oder wobei die Sende- und/ oder Empfangsantenne über eine Ein- und/ oder Auskopplungseinrichtung an einen externen Sender und/ oder Empfänger ankopplbar ist. 30
10. Mikroelektronisches-Modul nach einem der vorherstehenden Ansprüche, wobei der Spannungswandler (101), das Schaltelement, der Aktuator (102), die Detektionseinheit, der Sensor, der Empfänger, der Sender und/ oder das Steuerelement als MEMS-Struktur ausgeführt sind. 35
11. Modularray (200), aufweisend eine Mehrzahl von Mikroelektronischen-Modulen (201) nach einem der vorherstehenden Ansprüche. 40
12. Modularray nach Anspruch 11, wobei die Aktuatoren (204) der Mehrzahl der Module (201) zeitversetzt und/ oder phasenverschoben ansteuerbar sind; wobei die Intensität durch Ausnutzung von Interferenzerscheinungen beeinflussbar ist. 45
13. Anordnung (300) wenigstens eines Mikroelektronischen-Moduls (301) oder wenigstens eines Modularrays nach einem der vorherstehenden Ansprüche auf und/ oder in einer Oberfläche eines Fahrzeugs (302), wobei die Oberfläche eine Beschichtung aufweist, die eine auf die Oberfläche auftreffende elektromagnetische Strahlung wenigstens teilweise absorbiert, und/ oder wobei das Fahrzeug ein Luftfahrzeug, ein Wasserfahrzeug oder ein Landfahrzeug ist. 50
14. Verfahren (400) zur Veränderung der elektromagnetischen Signatur einer Oberfläche unter Verwendung wenigstens eines Mikroelektronischen-Moduls oder wenigstens eines Modularrays nach einem der vorherstehenden Ansprüche, aufweisend die Schritte:
 - Umwandeln einer bereitgestellten ersten Spannung in eine höhere, niedrigere oder identische zweite Spannung (401);
 - Detektion einer elektromagnetischen Strahlung (402);
 - Erzeugen eines elektrischen Plasmas aus der zweiten Spannung (403);
 - Verändern der elektromagnetischen Signatur der Oberfläche durch Interaktion des erzeugten elektrischen Plasmas mit einer auf die Oberfläche

che auftreffenden elektromagnetischen Strahlung (404).

5

10

15

20

25

30

35

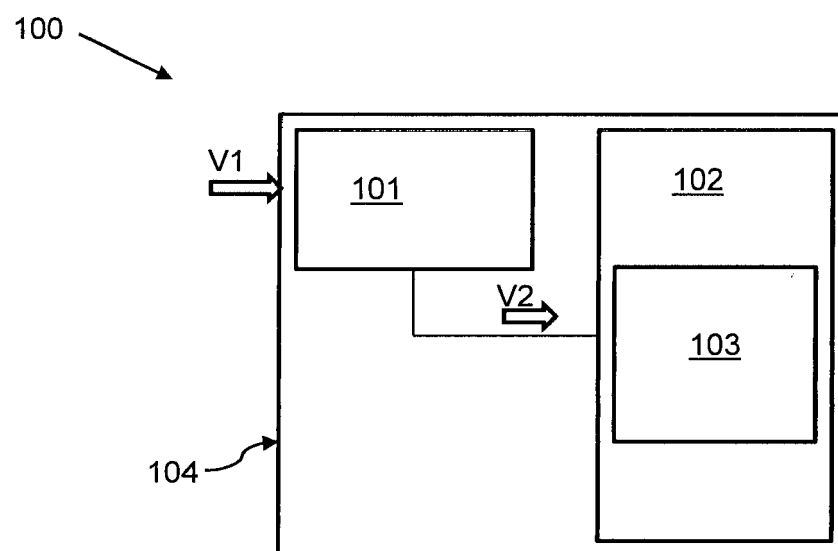
40

45

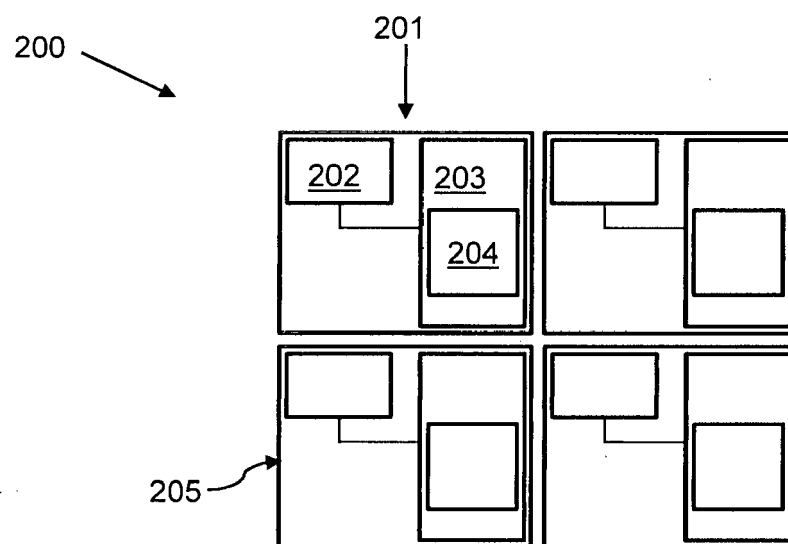
50

55

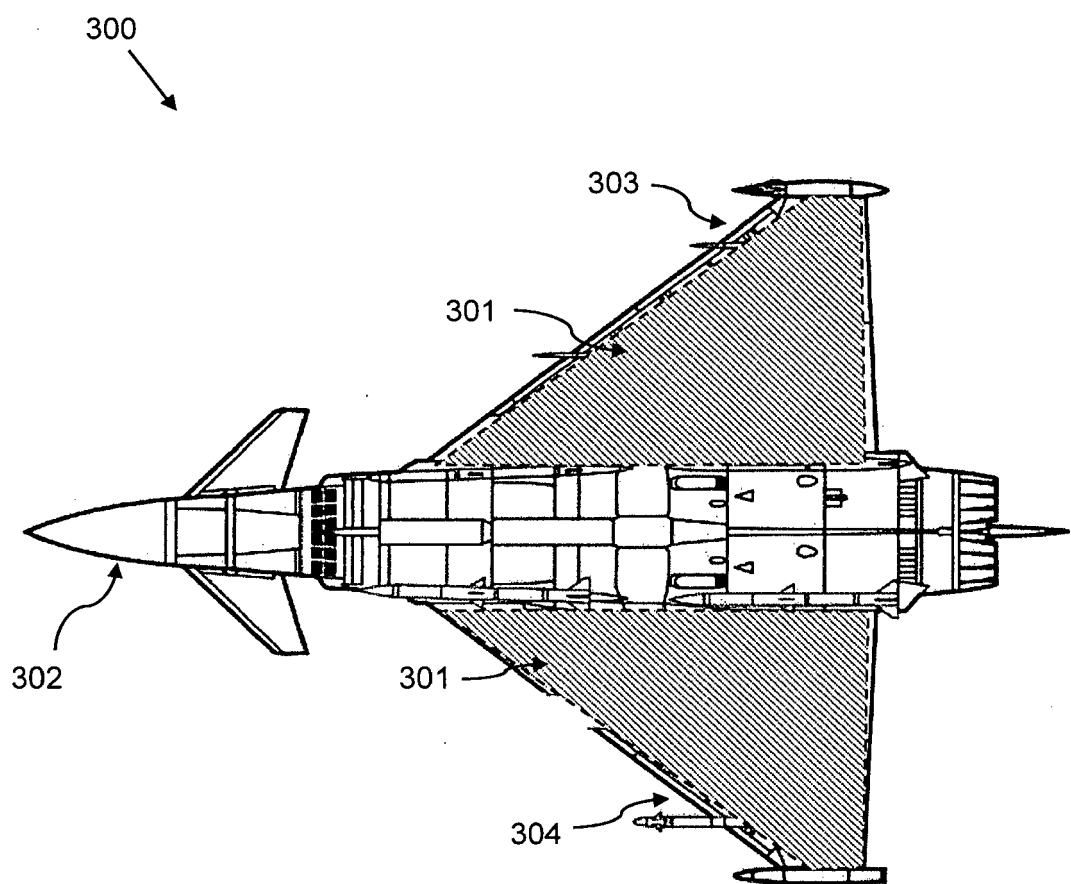
Figur 1



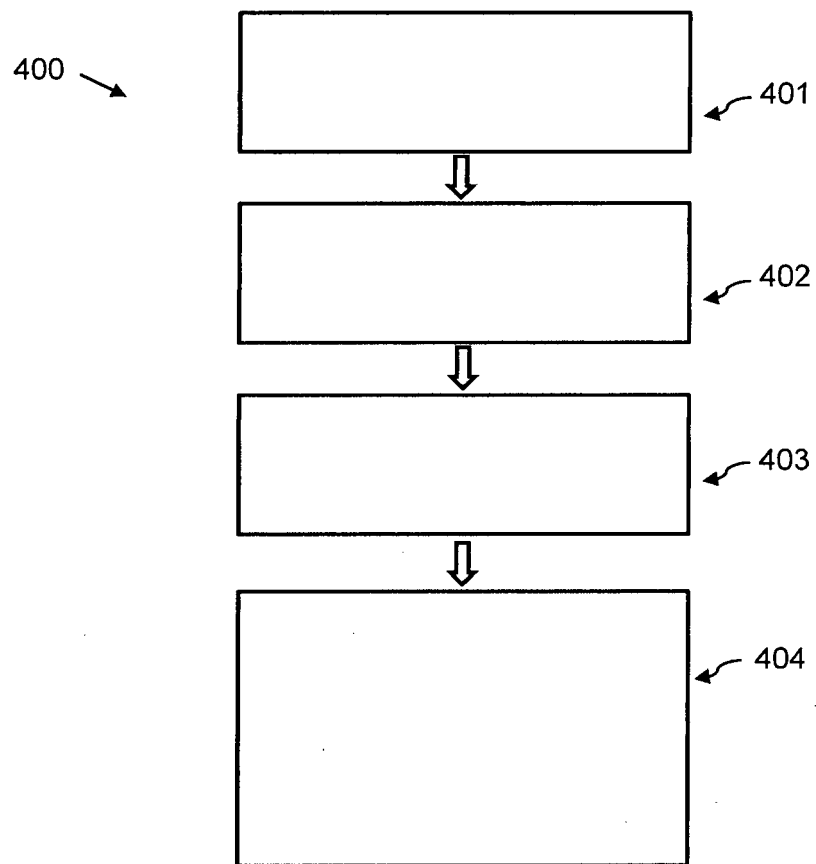
Figur 2



Figur 3



Figur 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 00 1095

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2012/193483 A1 (ESSENHIGH KATHERINE ANNE [US] ET AL) 2. August 2012 (2012-08-02) * Absätze [0005], [0054] - [0056], [0059], [0072] - [0077]; Abbildungen 1-2, 9, 46, 47 *	1-14	INV. H05H1/24
A	CHENG-XUN YUAN ET AL: "Properties of Propagation of Electromagnetic Wave in a Multilayer Radar-Absorbing Structure With Plasma- and Radar-Absorbing Material", IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 39, Nr. 9, 1. September 2011 (2011-09-01), Seiten 1768-1775, XP011359802, ISSN: 0093-3813, DOI: 10.1109/TPS.2011.2160285 * das ganze Dokument *	1-14	
A	TED ANDERSON ET AL: "Plasma Frequency Selective Surfaces", IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 35, Nr. 2, 1. April 2007 (2007-04-01), Seiten 407-415, XP011176828, ISSN: 0093-3813, DOI: 10.1109/TPS.2007.892676 * das ganze Dokument *	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H05H
A	LEE SOO-MIN ET AL: "Scattering characteristics of atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma", 2013 EUROPEAN RADAR CONFERENCE, EMA, 9. Oktober 2013 (2013-10-09), Seiten 555-558, XP032533709, [gefunden am 2013-12-18] * das ganze Dokument *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Dezember 2017	Prüfer de Ruijter-Noordman
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 00 1095

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-12-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2012193483 A1	02-08-2012	KEINE	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82