



(10) **DE 10 2019 111 785 A1** 2020.11.12

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 111 785.2**

(22) Anmeldetag: **07.05.2019**

(43) Offenlegungstag: **12.11.2020**

(51) Int Cl.: **B60L 58/10 (2019.01)**

**H02J 7/00 (2006.01)**

**B60L 58/20 (2019.01)**

(71) Anmelder:  
**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435  
Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**US 2015 / 0 274 024 A1**

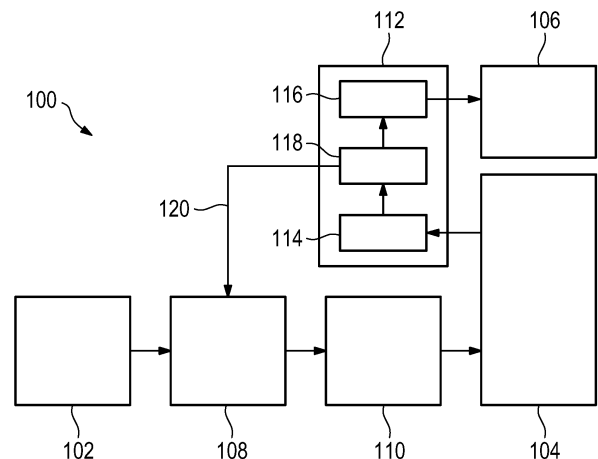
(72) Erfinder:  
**Kristof, Thomas, 76228 Karlsruhe, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Laden eines Elektrofahrzeugs mit einem Ladekabel**

(57) Zusammenfassung: Verfahren und Vorrichtung (100) zum Laden eines Elektrofahrzeugs mit einem Ladekabel (108), wobei die Vorrichtung einen ersten Spannungswandler (110) umfasst, der ausgebildet ist, eine Ladespannung, die am Ladekabel (108) anliegt, auf eine Hochspannung für eine Hochspannungs-Batterie (102) des Elektrofahrzeugs zu transformieren, wobei die Vorrichtung (100) einen zweiten insbesondere zweistufigen Spannungswandler (112) umfasst, der ausgebildet ist, die Hochspannung zum Laden einer Niederspannungs-Batterie (104) des Elektrofahrzeugs auf eine Niederspannung für die Niederspannungs-Batterie (104) zu transformieren, wobei der zweite Spannungswandler (112) ausgebildet ist, die Hochspannung für einen Zwischenkreis (118) in eine Zwischenspannung zu transformieren, wobei der zweite Spannungswandler (112) ausgebildet ist, die Zwischenspannung in die Niederspannung zu transformieren, und wobei der Zwischenkreis (118) ausgebildet ist, das Ladekabel (108) vor Beginn eines Ladevorgangs mit der Zwischenspannung vorzuladen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Laden eines Elektrofahrzeugs mit einem Ladekabel.

**[0002]** US 2012/0253715 A1 offenbart Aspekte des Ladens eines Elektrofahrzeugs.

**[0003]** Wünschenswert ist es, das Laden von Elektrofahrzeugen weiter zu verbessern.

**[0004]** Dies wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche erreicht.

**[0005]** Das Verfahren zum Laden eines Elektrofahrzeugs mit einem Ladekabel, sieht vor, dass eine Ladespannung, die am Ladekabel anliegt, von einem ersten Spannungswandler auf eine Hochspannung für eine Hochspannungs-Batterie des Elektrofahrzeugs transformiert wird, wobei die Hochspannung zum Laden einer Niederspannungs-Batterie des Elektrofahrzeugs von einem zweiten, insbesondere zweistufigen Spannungswandler auf eine Niederspannung für die Niederspannungs-Batterie transformiert wird, wobei die Hochspannung im zweiten Spannungswandler in eine Zwischenspannung transformiert wird, wobei die Zwischenspannung in die Niederspannung transformiert wird, und wobei das Ladekabel vor Beginn eines Ladevorgangs mit der Zwischenspannung vorgeladen wird.

**[0006]** Zum Laden eines Elektrofahrzeugs mit Gleichstrom, im Folgenden mit DC bezeichnet, muss die Spannung des Ladekabels an die Spannung des Elektrofahrzeugs angeglichen werden, bevor der Ladevorgang beginnen kann.

**[0007]** Herkömmliche Ladekabel haben hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaften eine niedrige Kapazität. Daher sind diese Ladekabel an Laderelais des Elektrofahrzeugs anschließbar, um das Ladekabel auf diese Weise direkt an die Hochspannungs-Batterie des Elektrofahrzeugs zu koppeln. Anschließend hat das Ladekabel die Spannung der Hochspannungs-Batterie und das DC Laden kann beginnen. In batterieelektrischen Elektrofahrzeugen mit Hochspannungs-Batterie ist zudem ein Spannungswandler für die Versorgung eines Niedervoltnetzes oder einer Niederspannungs-Batterie verbaut. Niedervoltnetze verwenden beispielsweise 12 Volt. In der Regel ist dieser Spannungswandler als ein zweistufiger Wandler mit Zwischenkreis ausgeführt. Es kann vorgesehen sein, dass die Spannung des Zwischenkreises je nach Arbeitspunkt aktiv einstellbar ist.

**[0008]** Wird im Elektrofahrzeug beispielsweise eine 800 Volt Hochspannungs-Batterie verwendet, kann diese nicht direkt an einer 400 Volt Ladesäule geladen werden. Für diesen Fall ist im Elektrofahrzeug

ein unidirektionaler Spannungswandler verbaut, welcher die Spannung der Ladesäule verdoppelt um auf diese Weise die Hochspannungs-Batterie zu laden. In diesem Fall gibt es keine direkte Verbindung zwischen dem Ladekabel und der Hochspannungs-Batterie. Daher kann in diesem Fall die Hochspannungs-Batterie für das Aufladen des Ladekabels nicht direkt auf das Ladekabel geschaltet werden. In einer herkömmlichen Umsetzung besitzt der Spannungswandler der zum Laden verwendet wird eine zusätzliche Vorladeschaltung, welche das Ladekabel zum Ladestart auf die Hälfte der Hochspannung vorladen kann.

**[0009]** Durch begrenzten Bauraum, Kosten und Gewicht muss die separate Vorladeschaltung möglichst klein dimensioniert sein. Dadurch kann nur eine begrenzte Leistung zum Vorladen des Ladekabels bereitgestellt werden. Diese limitierte Vorladeleistung reicht nicht für das Laden an alle herkömmlichen Ladesäulen aus.

**[0010]** Demgegenüber kann die Zwischenkreisspannung eines 800 Volt auf 12 Volt Wandlers auf den Wert eingestellt werden, auf welches das Ladekabel vorgeladen werden muss. Wird der Zwischenkreis mit dem Ladekabel verbunden, besitzt das Ladekabel somit die Spannung die zum Starten des Ladevorgangs benötigt wird. Durch die Verwendung bereits bestehender Komponenten kann eine separate Vorladeschaltung entfallen. Die Leistung die zum Vorladen genutzt werden kann ist gegenüber der separaten Vorladeschaltung um ca. den Faktor **100** höher.

**[0011]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass ein Rückfluss von Strom durch den ersten Spannungswandler und den zweiten Spannungswandler in das Ladekabel unterbunden wird, und wobei ein Rückfluss von Strom vom Ladekabel in den Zwischenkreis zumindest im Ladevorgang unterbunden wird. Der erste Spannungswandler und der zweite Spannungswandler sind unidirektional nur zum Laden der Batterien ausgebildet. Ein Stromfluss von der Hochspannungs-Batterie zum Ladekabel findet nicht statt. Ein Stromfluss von der Niederspannungs-Batterie zur Hochspannungs-Batterie findet nicht statt. Der Zwischenkreis ist zusätzlich zum Laden des Ladekabels ausgebildet, das bedeutet, ein Stromfluss vom Zwischenkreis zum Ladekabel ist unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Ein Einspeisen der Ladespannung aus dem Ladekabel in den Zwischenkreis, d.h. ein Stromfluss vom Ladekabel zum Zwischenkreis, wird insbesondere durch eine Diode verhindert. Dadurch wird das Ladekabel vor Beginn des Ladevorgangs aus dem Zwischenkreis mit hoher Leistung vorgeladen, ein Rückfluss aus dem Ladekabel findet nicht statt.

**[0012]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Ladekabel, das an das Elektrofahrzeug angeschlossen

ist, mit dem Zwischenkreis elektrisch verbunden ist, um das Ladekabel vorzuladen, wobei das Laden des Elektrofahrzeugs gestartet wird, wenn das Ladekabel vorgeladen ist. Dies ermöglicht ein sicheres Vorladen des Ladekabels und ein sicheres Laden des Elektrofahrzeugs.

**[0013]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Zwischenspannung abhängig von Information über eine Ladespannung, die eine Ladesäule bereitstellt, eingestellt wird. Dies ermöglicht eine flexible Anpassung an Ladesäulen mit unterschiedlicher Ladespannung.

**[0014]** Hinsichtlich der Vorrichtung zum Laden eines Elektrofahrzeugs mit einem Ladekabel, ist vorgesehen, dass die Vorrichtung einen ersten Spannungswandler umfasst, der ausgebildet ist, eine Ladespannung, die am Ladekabel anliegt, auf eine Hochspannung für eine Hochspannungs-Batterie des Elektrofahrzeugs zu transformieren, wobei die Vorrichtung einen zweiten insbesondere zweistufigen Spannungswandler umfasst, der ausgebildet ist, die Hochspannung zum Laden einer Niederspannungs-Batterie des Elektrofahrzeugs auf eine Niederspannung für die Niederspannungs-Batterie zu transformieren, wobei der zweite Spannungswandler ausgebildet ist, die Hochspannung für einen Zwischenkreis in eine Zwischenspannung zu transformieren, wobei der zweite Spannungswandler ausgebildet ist, die Zwischenspannung in die Niederspannung zu transformieren, und wobei der Zwischenkreis ausgebildet ist, das Ladekabel vor Beginn eines Ladevorgangs mit der Zwischenspannung vorzuladen. Dadurch sind keine separaten Komponenten für das notwendige Vorladen des Ladekabels nötig.

**[0015]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der erste Spannungswandler und der zweite Spannungswandler Mittel aufweisen, die einen Rückfluss von Strom durch den ersten Spannungswandler und den zweiten Spannungswandler in das Ladekabel unterbinden, und wobei die Vorrichtung ein Mittel aufweist, das einen Rückfluss von Strom vom Ladekabel in den Zwischenkreis zumindest im Ladevorgang unterbindet. Der erste Spannungswandler und der zweite Spannungswandler sind unidirektional nur zum Laden der Batterien ausgebildet. Ein Stromfluss vom Ladekabel zum Zwischenkreis, wird insbesondere durch eine Diode verhindert.

**[0016]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Vorrichtung eine elektrische Verbindung aufweist, durch die das Ladekabel, das an das Elektrofahrzeug angeschlossen ist, mit dem Zwischenkreis elektrisch verbunden wird, um das Ladekabel vorzuladen, wobei die Vorrichtung eine Schalteinrichtung aufweist, die ausgebildet ist, das Laden des Elektrofahrzeugs zu starten, wenn das Ladekabel vorgeladen ist. Dadurch wird das Ladekabel zuverlässig auf das erforderliche

Spannungsniveau geladen, bevor das Laden beginnt.

**[0017]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Vorrichtung ausgebildet ist, die Zwischenspannung abhängig von Information über eine Ladespannung, die eine Ladesäule bereitstellt, einzustellen. Der zweite Spannungswandler umfasst beispielweise passend dazu einstellbare erste und zweite Wandler. Damit ist das Ladekabel für Ladesäulen unterschiedlicher Ladespannungen zuverlässig einstellbar.

**[0018]** Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus der folgenden Beschreibung und der Zeichnung. In der Zeichnung zeigt

**Fig. 1** eine schematische Darstellung von Teilen einer Vorrichtung zum Laden eines Elektrofahrzeugs,

**Fig. 2** Schritte in einem Verfahren zum Laden eines Elektrofahrzeugs.

**[0019]** **Fig. 1** zeigt Teile einer Vorrichtung **100** zum Laden eines Elektrofahrzeugs an einer Ladesäule **102**. Die Ladesäule **102** bietet im Beispiel das Laden mit 400 Volt an.

**[0020]** Das Elektrofahrzeug umfasst eine Hochspannungs-Batterie **104** und eine Niederspannungs-Batterie **106**. Die Hochspannungs-Batterie **104** weist eine Hochspannung von 800 Volt auf, die Niederspannungs-Batterie **106** weist eine Niederspannung von 12 Volt auf. Diese Spannungen können auch anders gewählt sein. Anstelle der die Niederspannungs-Batterie **106** kann auch eine Versorgung eines Niederspannungs-Bordnetzes des Elektrofahrzeugs mit der Niederspannung vorgesehen sein.

**[0021]** Das Elektrofahrzeug wird über ein Ladekabel **108** geladen, das die Ladesäule **102** und das Elektrofahrzeug zum Laden verbindet.

**[0022]** Eine Ladespannung, im Beispiel von 400 Volt, die am Ladekabel **108** anliegt, wird im Elektrofahrzeug von einem ersten Spannungswandler **110** auf die Hochspannung, im Beispiel 800 Volt, transformiert. Der erste Spannungswandler **110** ist unidirektional, das bedeutet, es findet kein Stromfluss vom ersten Spannungswandler **110** zurück ins Ladekabel **108** statt.

**[0023]** Ein zweiter insbesondere zweistufiger Spannungswandler **112** ist ausgebildet, die Hochspannung zum Laden der Niederspannungs-Batterie **106** auf die Niederspannung zu transformieren.

**[0024]** Der der zweite Spannungswandler **112** umfasst eine erste Wandlerstufe **114** und eine zweite Wandlerstufe **116**. Die erste Wandlerstufe **114** ist im Beispiel ausgebildet, die Hochspannung auf ei-

ne Zwischenspannung zu transformieren. Die zweite Wandlerstufe **116** ist im Beispiel ausgebildet, die Zwischenspannung auf die Niederspannung zu transformieren. Genauer wird im Beispiel die Hochspannung von 800 Volt auf eine Zwischenspannung von 400 Volt transformiert und die Zwischenspannung von 400 Volt auf die Niederspannung von 12 Volt transformiert. Diese Wandlerstufen sind im Beispiel unidirektional, d.h. es findet kein Stromfluss von der Niederspannungs-Batterie **106** zur Hochspannungsbatterie **104** statt. Der erste Spannungswandler **110** und der zweite Spannungswandler **112** weisen Mittel auf, die einen Rückfluss von Strom durch den ersten Spannungswandler **110** und den zweiten Spannungswandler **112** in das Ladekabel **108** unterbinden.

**[0025]** Zwischen der ersten Wandlerstufe **114** und der zweiten Wandlerstufe **116** ist ein Zwischenkreis **118** angeordnet, der ausgebildet, das Ladekabel **108** vor Beginn eines Ladevorgangs mit der Zwischenspannung vorzuladen.

**[0026]** Optional ist die Vorrichtung ausgebildet, die Zwischenspannung abhängig von Information über eine Ladespannung, die eine an das Elektrofahrzeug mit dem zu ladenden Ladekabel angeschlossene Ladesäule bereitstellt, einzustellen.

**[0027]** Der Zwischenkreis **118** weist ein Mittel auf, das einen Rückfluss von Strom vom Ladekabel **108** in den Zwischenkreis **118** zumindest im Ladevorgang unterbindet. Ein Stromfluss vom Ladekabel **108** zum Zwischenkreis **118** wird insbesondere durch eine Diode verhindert.

**[0028]** Der Vorrichtung **100** weist eine elektrische Verbindung **120** auf, durch die das Ladekabel **108**, das an das Elektrofahrzeug angeschlossen ist, mit dem Zwischenkreis **118** elektrisch verbunden wird, um das Ladekabel **108** vorzuladen. Die Vorrichtung **100** kann eine Schalteinrichtung aufweisen, die ausgebildet ist, das Laden des Elektrofahrzeugs zu starten, wenn das Ladekabel **108** vorgeladen ist. Die Schalteinrichtung kann eine Spannungsmesseinrichtung umfassen, die ausgebildet ist, die Spannung des Ladekabels **108** zu messen und mit einem Schwellwert zu vergleichen. Die Spannungsmesseinrichtung ist in diesem Fall ausgebildet, das Laden zu starten, wenn die gemessene Spannung den Schwellwert überschreitet.

**[0029]** Ein Verfahren zum Laden des Elektrofahrzeugs wird im Folgenden mit Bezug auf **Fig. 2** beschrieben.

**[0030]** Das Verfahren zum Laden des Elektrofahrzeugs mit dem Ladekabel **108** beginnt, wenn das Ladekabel **108**, an das Elektrofahrzeug angeschlossen wird.

**[0031]** In einem Schritt **202** wird der Zwischenkreis **118** elektrisch mit dem Ladekabel **108** verbunden.

**[0032]** Anschließend wird das Ladekabel **108** in einem Schritt **204** vorgeladen. Die Hochspannung aus der Hochspannungs-Batterie **104** wird im zweiten Spannungswandler **112** in die Zwischenspannung transformiert. Das Ladekabel **108** wird vor Beginn eines Ladevorgangs mit der Zwischenspannung vorgeladen. Dadurch wird ein ohnehin im Ladesystem des Elektrofahrzeugs vorgesehener Zwischenkreis **118** verwendet, separate Komponenten für das notwendige Vorladen des Ladekabels **108** entfallen.

**[0033]** Optional wird die Zwischenspannung abhängig von Information über eine Ladespannung, die die angeschlossene Ladesäule **102** bereitstellt, eingestellt.

**[0034]** Anschließend wird das Laden des Elektrofahrzeugs in einem Schritt **206** gestartet, wenn das Ladekabel **108** vorgeladen ist.

**[0035]** Die Ladespannung, die am Ladekabel **108** anliegt, wird vom ersten Spannungswandler **110** auf die Hochspannung für die Hochspannungs-Batterie **104** des Elektrofahrzeugs transformiert.

**[0036]** Die Hochspannung wird zum Laden der Niederspannungs-Batterie **106** des Elektrofahrzeugs von dem zweiten Spannungswandler **112** auf die Niederspannung für die Niederspannungs-Batterie **106** transformiert.

**[0037]** Die Hochspannung wird im zweiten Spannungswandler **112** in die Zwischenspannung transformiert. Die Zwischenspannung wird in die Niederspannung transformiert.

**[0038]** Ein Rückfluss von Strom durch den ersten Spannungswandler **110** und den zweiten Spannungswandler **112** in das Ladekabel **108** wird unterbunden. Ein Rückfluss von Strom vom Ladekabel **108** in den Zwischenkreis **118** wird zumindest im Ladevorgang unterbunden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 2012/0253715 A1 [0002]

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Laden eines Elektrofahrzeugs mit einem Ladekabel (108), **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Ladespannung, die am Ladekabel (108) anliegt, von einem ersten Spannungswandler (110) auf eine Hochspannung für eine Hochspannungs-Batterie (104) des Elektrofahrzeugs transformiert wird, wobei die Hochspannung zum Laden einer Niederspannungs-Batterie (106) des Elektrofahrzeugs von einem zweiten, insbesondere zweistufigen Spannungswandler (112) auf eine Niederspannung für die Niederspannungs-Batterie (106) transformiert wird, wobei die Hochspannung im zweiten Spannungswandler (112) in eine Zwischenspannung transformiert wird, wobei die Zwischenspannung in die Niederspannung transformiert wird, und wobei das Ladekabel (108) vor Beginn eines Ladevorgangs mit der Zwischenspannung vorgeladen wird (204).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Rückfluss von Strom durch den ersten Spannungswandler (110) und den zweiten Spannungswandler (112) in das Ladekabel (108) unterbunden wird, und wobei ein Rückfluss von Strom vom Ladekabel (108) in den Zwischenkreis (118) zumindest im Ladevorgang unterbunden wird.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ladekabel (108), das an das Elektrofahrzeug angeschlossen ist, mit dem Zwischenkreis (118) elektrisch verbunden ist, um das Ladekabel (108) vorzuladen, wobei das Laden des Elektrofahrzeugs gestartet wird (206), wenn das Ladekabel (108) vorgeladen ist.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zwischenspannung abhängig von Information über eine Ladespannung, die eine Ladesäule (102) bereitstellt, eingestellt wird.

5. Vorrichtung (100) zum Laden eines Elektrofahrzeugs mit einem Ladekabel, (108) **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung einen ersten Spannungswandler (110) umfasst, der ausgebildet ist, eine Ladespannung, die am Ladekabel (108) anliegt, auf eine Hochspannung für eine Hochspannungs-Batterie (102) des Elektrofahrzeugs zu transformieren, wobei die Vorrichtung (100) einen zweiten insbesondere zweistufigen Spannungswandler (112) umfasst, der ausgebildet ist, die Hochspannung zum Laden einer Niederspannungs-Batterie (104) des Elektrofahrzeugs auf eine Niederspannung für die Niederspannungs-Batterie (104) zu transformieren, wobei der zweite Spannungswandler (112) ausgebildet ist, die Hochspannung für einen Zwischenkreis (118) in eine Zwischenspannung zu transformieren, wobei der zweite Spannungswandler (112) ausgebildet ist, die Zwischenspannung in die Niederspannung zu trans-

formieren, und wobei der Zwischenkreis (118) ausgebildet ist, das Ladekabel (108) vor Beginn eines Ladevorgangs mit der Zwischenspannung vorzuladen.

6. Vorrichtung (100) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Spannungswandler (110) und der zweite Spannungswandler (112) Mittel aufweisen, die einen Rückfluss von Strom durch den ersten Spannungswandler (110) und den zweiten Spannungswandler (112) in das Ladekabel (108) unterbinden, und wobei die Vorrichtung (100) ein Mittel aufweist, das einen Rückfluss von Strom vom Ladekabel (108) in den Zwischenkreis (118) zumindest im Ladevorgang unterbindet.

7. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (100) eine elektrische Verbindung (120) aufweist, durch die das Ladekabel (108), das an das Elektrofahrzeug angeschlossen ist, mit dem Zwischenkreis (118) elektrisch verbunden wird, um das Ladekabel (108) vorzuladen, wobei die Vorrichtung (100) eine Schalteinrichtung aufweist, die ausgebildet ist, das Laden des Elektrofahrzeugs zu starten, wenn das Ladekabel (108) vorgeladen ist.

8. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (100) ausgebildet ist, die Zwischenspannung abhängig von Information über eine Ladespannung, die eine Ladesäule (102) bereitstellt, einzustellen.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

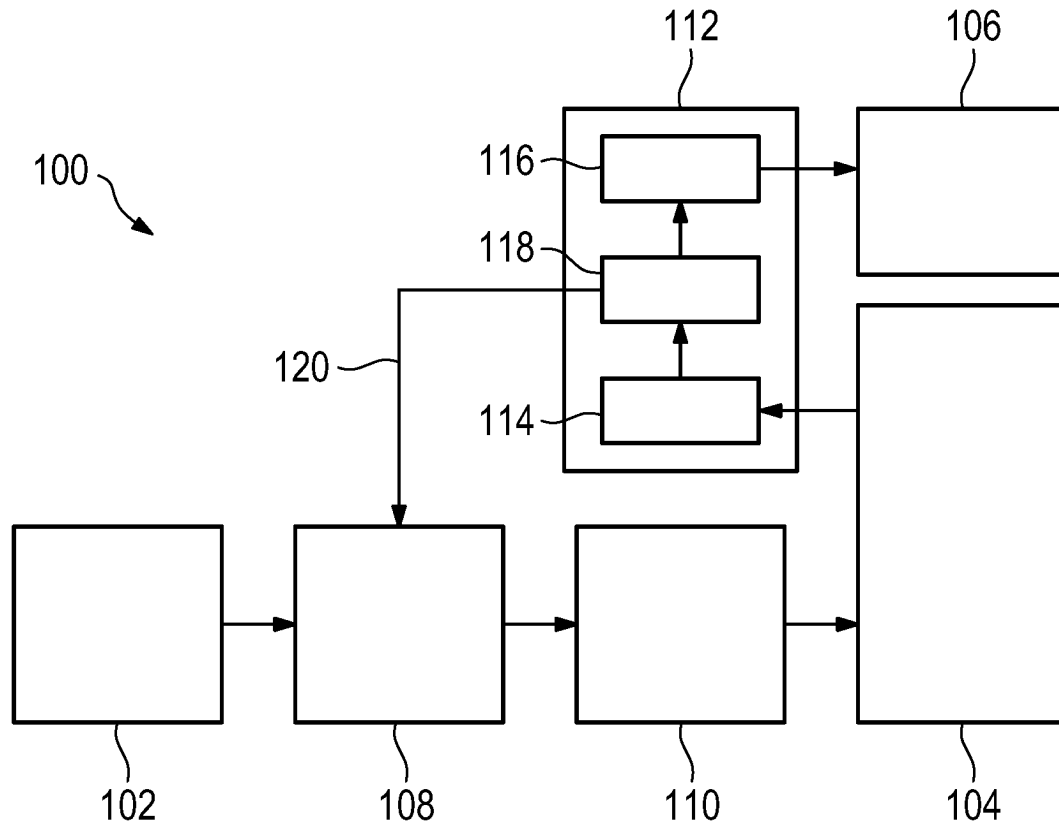


Fig. 1

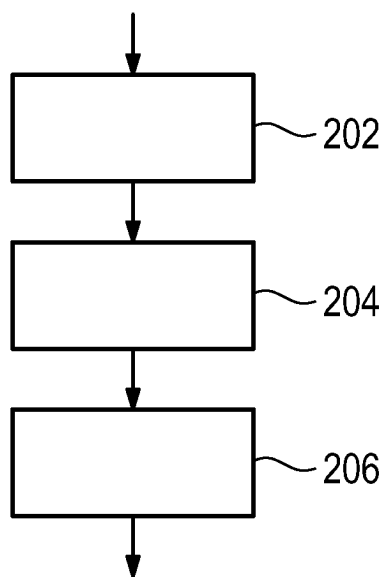


Fig. 2