



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
 11.04.2018 Patentblatt 2018/15

(51) Int Cl.:
 D06F 33/02 (2006.01) D06F 58/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 17191842.8

(22) Anmeldetag: 19.09.2017

(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: 10.10.2016 DE 102016119225 (71) Anmelder: Miele & Cie. KG 33332 Gütersloh (DE)	(72) Erfinder: - Siepmann, Stefan 33775 Versmold (DE) - Löffler, Alexander 33102 Paderborn (DE) - Bockholt, Marcos 33104 Paderborn (DE) - Herden, Rudolf 33442 Herzebrock-Clarholz (DE) - Möhlenkamp, Andreas 33330 Gütersloh (DE)
--	---

(54)

VERFAHREN UND INFORMATIONSSYSTEM ZUM BETREIBEN EINES HAUSHALTGERÄTS UND HAUSHALTGERÄT

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Haushaltgeräts (100), wobei das Verfahren einen Schritt des Ermittelns, einen Schritt des Ausführens und einen Schritt des Bereitstellens aufweist. Im Schritt des Ermittelns werden eine Zielvorgabe (314) für einen durch das Haushaltgerät (100) auszuführenden Prozess und zumindest ein Optimierungsziel (316) für den Prozess ermittelt. Im Schritt des Ausführens wird ein Optimierungsalgorithmus (202) für ein physikalisch-mathematisches Modell (204) des Haushaltgeräts (100) ausgeführt, um zumindest einen optimierten Geräteparameter (500) für den Prozess zu erhalten. Der Optimierungsalgorithmus (202) wird unter Verwendung zumindest einer im Haushaltgerät (100) erfassten Messgröße (400), der Zielvorgabe (314) und dem Optimierungsziel (316) ausgeführt. Im Schritt des Bereitstellens wird der optimierte Geräteparameter (500) zum Ansteuern des Haushaltgeräts (100) bereitgestellt.

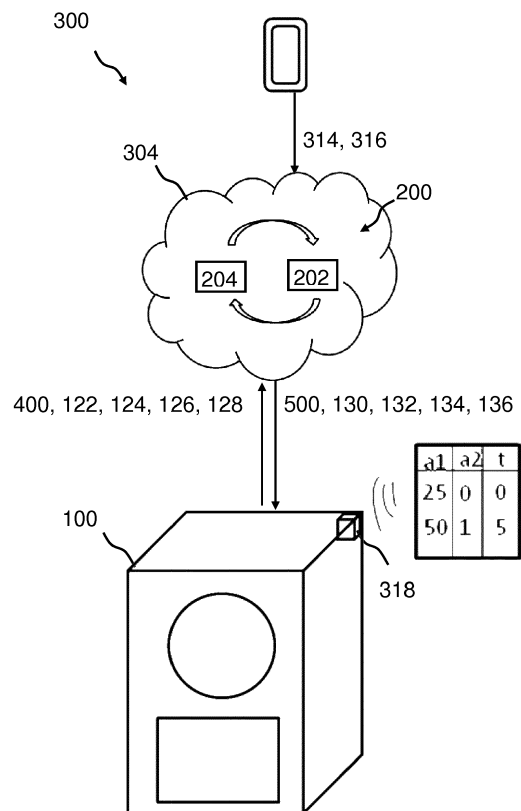


FIG 5

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Haushaltgeräts, ein Informationssystem zum Betreiben eines Haushaltgeräts und ein Haushaltgerät mit einem Informationssystem.

[0002] Bei einem Haushaltgerät, beispielsweise einem Trockner, können im Trockner hinterlegte Programme über einen Programmwahlschalter ausgewählt werden. Ein Programm umfasst eine festgelegte Signalfolge für Aktoren des Trockners.

[0003] Der Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein verbessertes Verfahren zum Betreiben eines Haushaltgeräts, ein verbessertes Informationssystem zum Betreiben eines Haushaltgeräts und ein Haushaltgerät mit einem verbesserten Informationssystem bereitzustellen.

[0004] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Betreiben eines Haushaltgeräts, ein Informationssystem zum Betreiben eines Haushaltgeräts und ein Haushaltgerät mit einem Informationssystem mit den Merkmalen der Hauptansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Unteransprüchen.

[0005] Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines Haushaltgeräts vorgestellt, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Ermitteln einer Zielvorgabe für einen durch das Haushaltgerät auszuführenden Prozess und zumindest eines Optimierungsziels für den Prozess;

Ausführen eines Optimierungsalgorithmus für ein physikalisch-mathematisches Modell des Haushaltgeräts, um zumindest einen optimierten Geräteparameter für den Prozess zu erhalten, wobei der Optimierungsalgorithmus unter Verwendung zumindest einer im Haushaltgerät erfassten Messgröße, der Zielvorgabe und dem Optimierungsziel ausgeführt wird; und

Bereitstellen des optimierten Geräteparameters zum Ansteuern des Haushaltgeräts.

[0006] Unter einem Haushaltgerät kann beispielsweise ein Wäschepflegegerät, wie ein Trockner, ein Wäschetrockner oder eine Waschmaschine, ein Gargerät, ein Kühlgerät oder ein Bodenpflegegerät verstanden werden. Unter einer Zielvorgabe kann ein gewünschter Endzustand eines Prozesses verstanden werden. Beispielsweise kann die Zielvorgabe eine zu erreichende Restfeuchte von zu trocknender Wäsche, ein Garergebnis, eine Lagertemperatur oder ein Reinigungsgrad sein. Ein Optimierungsziel kann eine Gewichtung für eine Eigenschaft des Prozesses sein. Das Optimierungsziel kann eine Präferenz des Benutzers abbilden. Beispielsweise kann das Optimierungsziel ein Verhältnis zwischen einer Prozessgeschwindigkeit und einem Energie- und/oder Ressourcenverbrauch des Prozesses abbilden. Ein Optimierungsalgorithmus kann eine Verarbeitungsvorschrift sein. Der Optimierungsalgorithmus kann iterativ gelöst werden. Ein Modell kann eine realitätsnahe Abbildung des Haushaltgeräts und des durchgeführten Prozesses in mathematischen Algorithmen repräsentieren.

[0007] Im Schritt des Ermitteln kann ferner zumindest ein Restriktionswert für den Geräteparameter ermittelt werden. Der Optimierungsalgorithmus kann ferner unter Verwendung des Restriktionswerts ausgeführt werden. Durch einen Restriktionswert kann ein Toleranzbereich des Geräteparameters eingengt werden. Beispielsweise kann eine Maximaltemperatur, eine maximale Trommeldrehzahl und/oder eine Lautstärkeemission begrenzt werden.

[0008] Die Zielvorgabe kann unter Verwendung eines virtuellen Wäschekorbs ermittelt werden. Der virtuelle Wäschekorb kann Daten über von dem Haushaltgerät zu behandelnde Wäsche umfassen. Der virtuelle Wäschekorb kann Eigenschaften von zu bearbeitenden Wäschestücken repräsentieren. Der virtuelle Wäschekorb kann auch eine Wäschemenge repräsentieren. Durch den Wäschekorb können Grenzwerte von Prozessparametern so eingestellt werden, dass die Wäschestücke bestimmungsgemäß prozessiert werden.

[0009] Eine Prozessdauer des Prozesses und/oder ein Energie- und/oder Ressourcenverbrauch des Prozesses kann unter Verwendung des Modells bestimmt werden. Das Verfahren kann einen Schritt des Anzeigens aufweisen, in dem die Prozessdauer und/oder der Energie- bzw. Ressourcenverbrauch angezeigt wird. Das Anzeigen kann als Feedback bezeichnet werden. Durch das Anzeigen kann der Benutzer das Optimierungsziel bestätigen oder Einfluss auf den Prozess nehmen.

[0010] Im Schritt des Ausführens kann ferner ein Zustandsbeobachter für das Modell ausgeführt werden. Der Zustandsbeobachter kann Filterzustände des Haushaltgeräts abbilden. Die Filterzustände können den Prozess beeinflussen. Beispielsweise kann ein zugesetzter Flusenfilter eine Prozessdauer verlängern.

[0011] Im Schritt des Ausführens kann zumindest ein weiterer optimierter Geräteparameter bestimmt werden. Das Haushaltgerät kann mit dem weiteren optimierten Geräteparameter angesteuert werden. Die Geräteparameter können gleichzeitig optimiert und angesteuert werden.

[0012] Im Schritt des Ausführens kann der Optimierungsalgorithmus ferner unter Verwendung zumindest einer wei-

teren im Haushaltgerät erfassten Messgröße ausgeführt werden. Mehrere Messgrößen können berücksichtigt werden. Durch eine Mehrzahl von Messgrößen können die Umgebungsbedingungen beziehungsweise die tatsächlichen Bedingungen gut im Modell abgebildet werden.

[0013] Der Schritt des Ermitteln kann auf einem Mobilgerät ausgeführt werden. Der Schritt des Ausführens kann in der Cloud oder einem Smart-home-System ausgeführt werden. Ein Mobilgerät kann beispielsweise ein Smartphone oder Tablett sein. Durch das Verwenden eines Mobilgeräts zum Ermitteln können die Zielvorgabe und das Optimierungsziel einfach erfasst werden. Das Modell kann in der Cloud auf einem leistungsstarken Rechner ausgeführt werden. Dann benötigt das Haushaltgerät keinen leistungsstarken Prozessor.

[0014] Weiterhin wird ein Informationssystem vorgestellt, das ausgebildet ist, um die Schritte einer Variante eines hier vorgestellten Verfahrens in entsprechenden Einrichtungen durchzuführen, anzusteuern bzw. umzusetzen. Auch durch diese Ausführungsvariante der Erfindung in Form eines Informationssystems kann die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe schnell und effizient gelöst werden.

[0015] Das Informationssystem kann ausgebildet sein, um Eingangssignale einzulesen und unter Verwendung der Eingangssignale Ausgangssignale zu bestimmen und bereitzustellen. Ein Eingangssignal kann beispielsweise ein über eine Eingangsschnittstelle des Informationssystems einlesbares Sensorsignal darstellen. Ein Ausgangssignal kann ein Steuersignal oder ein Datensignal darstellen, das an einer Ausgangsschnittstelle des Informationssystems bereitgestellt werden kann. Das Informationssystem kann ausgebildet sein, um die Ausgangssignale unter Verwendung einer in Hardware oder Software umgesetzten Verarbeitungsvorschrift zu bestimmen. Beispielsweise kann das Informationssystem dazu eine Logikschaltung, einen integrierten Schaltkreis oder ein Softwaremodul umfassen und beispielsweise als ein diskretes Bauelement realisiert sein oder von einem diskreten Bauelement umfasst sein.

[0016] Weiterhin wird ein Haushaltgerät mit einem Informationssystem gemäß dem hier vorgestellten Ansatz und/oder mit einer Schnittstelle zu einem Informationssystem gemäß dem hier vorgestellten Ansatz vorgestellt.

[0017] Von Vorteil ist auch ein Computer-Programmprodukt oder Computerprogramm mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger oder Speichermedium wie einem Halbleiterspeicher, einem Festplattenspeicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann. Wird das Programmprodukt oder Programm auf einem Computer oder einer Vorrichtung ausgeführt, so kann das Programmprodukt oder Programm zur Durchführung, Umsetzung und/oder Ansteuerung der Schritte des Verfahrens nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet werden.

[0018] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt

Figur 1	eine Darstellung eines Haushaltgeräts gemäß einem Ausführungsbeispiel;
Figur 2	eine Darstellung einer Optimierungsroutine gemäß einem Ausführungsbeispiel;
die Figuren 3 bis 5	Darstellungen eines Informationssystems gemäß einem Ausführungsbeispiel;
Figur 6	eine Visualisierung einer Zielvorgabe und einer Rückmeldung für den Bediener gemäß einem Ausführungsbeispiel;
Figur 7	eine Visualisierung von Optimierungszielen gemäß einem Ausführungsbeispiel;
Figur 8	eine Darstellung eines zeitlichen Verlaufs von zwei optimierten Geräteparametern gemäß einem Ausführungsbeispiel;
die Figuren 9 und 10	Darstellungen eines Mobilgeräts mit einem Computerprogrammprodukt zum Ausführen eines Verfahrens zum Betreiben gemäß einem Ausführungsbeispiel; und
Figur 11	ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben eines Haushaltgeräts gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0019] In der nachfolgenden Beschreibung günstiger Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.

[0020] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Haushaltgeräts 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Haushaltgerät 100 ist hier ein Wärmepumpentrockner 100. Das Haushaltgerät 100 ist zur Vereinfachung ohne Gehäuse dargestellt. Der Wärmepumpentrockner 100 arbeitet nach dem Umluftprinzip, bei dem als Transportmedium ein durch eine Wärmepumpe 102 getrockneter Prozessluftstrom 104 in eine Trommel 106 des Wärmepumpentrockners 100 eingeleitet wird, um Feuchtigkeit aus Wäschestücken in der Trommel 106 aufzunehmen. Dabei erhöht sich eine relative und absolute Luftfeuchtigkeit des Prozessluftstroms 104. Der Prozessluftstrom 104 wird in einem Verdampfer 108 der Wärmepumpe 102 abgekühlt. Dabei steigt die relative Luftfeuchtigkeit des Prozessluftstroms 104 über 100% und es schlägt sich Kondensat an der Oberfläche des Verdampfers 108 nieder. Das Kondensat wird abgeleitet. Durch das Kondensieren sinkt die absolute Luftfeuchtigkeit des Prozessluftstroms 104. Nach dem Verdampfer 108 wird der Prozessluftstrom 104 in einem Verflüssiger 110 der Wärmepumpe 102 erwärmt. Dabei sinkt die relative Luftfeuchtigkeit. Nach dem Verdampfer 110 wird der Prozessluftstrom 104 von einem Gebläse 112 des Wärmepumpentrockners 100

zurück in die Trommel 106 befördert und der Prozess beginnt von vorne. Die Trommel 106 und das Gebläse 112 werden von einem gemeinsamen Motor 114 angetrieben. Im Luftweg der Trommel 106 ist ein Heizelement 116 angeordnet, um den Prozessluftstrom 104 bei Bedarf zusätzlich zu erwärmen. Das Heizelement 116 weist hier Induktionsspulen auf.

[0021] Die Wärmepumpe 102 ist eine Kältemaschine, die ebenfalls mit einem Kreisprozess arbeitet. Das Transportmedium ist dabei jedoch ein Kältemittel, das im Verdampfer 108 Wärmeenergie aus dem Prozessluftstrom 104 aufnimmt, in einem Kompressor 118 verdichtet wird und in dem Verflüssiger 110 die Wärmeenergie wieder an den Prozessluftstrom 104 abgibt.

[0022] Zwischen dem Verflüssiger 110 und dem Verdampfer 108 ist ein verstellbares Expansionsventil 120 angeordnet, in dem das Kältemittel entspannt wird.

[0023] Der Wärmepumpentrockner 100 weist Sensoren auf, die Messgrößen erfassen. So wird am Motor 114 eine momentan aufgenommene elektrische Leistung P_{el} 122 des Motors 114 erfasst. In der Trommel 106 wird die relative Luftfeuchtigkeit rH 124 erfasst. Nach der Trommel 106 wird eine Lufttemperatur T_{air} 126 erfasst. Zwischen dem Kompressor 118 und dem Verflüssiger 110 wird eine Temperatur $T_{ref\ comp}$ 128 des Kühlmittels beziehungsweise des Kompressors 118 erfasst.

[0024] Der Wärmepumpentrockner kann an verschiedenen Stellen angesteuert werden. So wird eine Motordrehzahl n_{motor} 130 des Motors 114 gesteuert. Weiterhin wird eine elektrische Leistung P_{heater} 132 des Heizelements 116 gesteuert. Eine Drehzahl n_{comp} 134 des Kompressors 118 wird ebenso angesteuert, wie eine Öffnungsweite u_{ventil} 136 des Expansionsventils 120.

[0025] Aus Figur 1 ist ein Aufbau der Wärmepumpe 102 des Wärmepumpentrockners mit einer Kombination der Bauteile und der Aktorik ersichtlich. Der Trockner 100 umfasst einen drehzahlgesteuerten Kompressor 118, einen drehzahlgesteuerten Antriebsmotor 114 beziehungsweise ein drehzahlgesteuertes Prozessluftgebläse 112. Ebenso kann der Trockner ein drehzahlgesteuertes Enthitzergebläse aufweisen. Weiterhin weist der Trockner 100 eine steuerbare Heizquelle 116, ein elektronisches Expansionsventil 120 und eine Sensorik auf. Die Sensorik misst dabei beispielsweise eine Prozesslufttemperatur 126 nach der Trommel 106 und eine Kältemitteltemperatur 128 nach dem Kompressor 118 sowie verarbeitete Signale 122 der Leistung des Antriebsmotors 114 beziehungsweise Kompressors 118.

[0026] Figur 2 zeigt eine Darstellung einer Optimierungsroutine 200 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die Optimierungsroutine kann beispielsweise in einer Cloud ausgeführt werden. Die Optimierungsroutine 200 kann auch auf einer Recheneinheit eines Haushaltgeräts 100, wie es beispielsweise in Figur 1 dargestellt ist, ausgeführt werden. Ebenso kann die Optimierungsroutine 200 auf einem Mobilgerät ausgeführt werden. Die Optimierungsroutine 200 umfasst dabei einen Optimierungsalgorithmus 202 und ein physikalisch mathematisches Modell 204 des Haushaltgeräts.

[0027] Der Optimierungsalgorithmus 202 kann dabei beispielsweise folgende Form aufweisen.

$$\min_u J = w_1 \int_{t_0}^{t_{end}} \left(\sum_{i=1}^n P \right) dt + w_2 \int_{t_0}^{t_{end}} dt$$

[0028] Dabei sind w_1 und w_2 Optimierungszielwerte, die von einem Bediener des Haushaltgeräts vorgegeben werden. Ein Optimierungszielwert repräsentiert einen prozentualen Wert, wie relevant ein Optimierungsziel für den Bediener ist. Optimierungsziele sind beispielsweise ein energieoptimierter Betrieb des Haushaltgeräts oder ein zeitoptimierter Betrieb des Haushaltgeräts. Vereinfacht ausgedrückt wird im energieoptimierten Betrieb eine Betriebsdauer des Haushaltgeräts zugunsten eines möglichst geringen Energieverbrauchs des Haushaltgeräts verlängert. Im zeitoptimierten Betrieb wird der Energieverbrauch zugunsten einer möglichst geringen Durchlaufzeit einer Charge erhöht. Die Optimierungsziele widersprechen sich dabei zumindest teilweise.

[0029] Das physikalisch mathematische Modell 204 bildet physikalische Prozesse im Haushaltgerät in mathematischen Algorithmen ab. Stellgrößen 206 des Modells 204 werden innerhalb der ihnen zugewiesenen Toleranzbereiche gehalten. Dabei können die Stellgrößen 206 über Verläufe zeitlich variiert werden. Zumindest eine tatsächlich im Haushaltgerät erfasste Messgröße wird eingelesen und im Modell 204 verwendet. Eine Zielvorgabe für das Modell wird ebenfalls von dem Bediener des Haushaltgeräts vorgegeben. Im Modell 204 wird ein Verlauf der Messgröße über einen Durchlauf bis zum Erreichen der Zielvorgabe berechnet. Das Modell 204 gibt ein Ergebnis 206 aus, das den mit den Verläufen der Stellgrößen 206 erreichten Energieverbrauch und die erreichte Betriebsdauer zum Erreichen der Zielvorgabe abbildet. Der Energieverbrauch und die Betriebsdauer werden im Optimierungsalgorithmus 202 verarbeitet und mit den vom Benutzer vorgegebenen Optimierungszielen verglichen. Abhängig von einer Abweichung von den Optimierungszielen werden die Stellgrößen 206 verändert und das Modell 204 gibt ein neues Ergebnis 208 aus.

[0030] Wenn die Abweichung innerhalb eines Toleranzbereichs um die Optimierungsziele liegt, werden die verwendeten Stellgrößen 206 beziehungsweise die Verläufe der Stellgrößen 206 an das Haushaltgerät übermittelt und zum Ansteuern des Haushaltgeräts verwendet.

[0031] Das Benutzerverhalten bezüglich der Auswahl der Optimierungs-Ziele w_1 und w_2 kann analysiert werden. Benutzerprogramme können in der Cloud beziehungsweise im Smart-Home-System gespeichert werden und jederzeit wieder verwendet werden.

[0032] Während der Produktentstehung wird das physikalisch-basierte Modell 204 des Trockners zum Abbilden der notwendigen Zustandsgrößen wie beispielsweise Temperaturen und Drücke des Wärmepumpentrockners generiert. Sensorwerte und Aktorensignale werden ebenso abgebildet. Mit dem Modell 204 können Energie und Trockenzeit 208 berechnet werden sowie prädiktiv unzulässige Zustände.

[0033] Ein mathematischer Optimierungsalgorithmus 202, wie beispielsweise genetische Algorithmen, SQP, Direkt-Such-Methode, wird zum Lösen einer Optimierungsaufgabe verwendet. Die Optimierungsaufgabe resultiert aus den Benutzerspezifikationen, wie beispielsweise $w_1=50\%$ energieeffizient und $w_2=50\%$ zeiteffizient.

[0034] Der Optimierungsalgorithmus 202 ändert die Signale 206 zu den Aktoren des Haushaltgeräts, wie die Kompressor-drehzahl und/oder die Leistung der Heizquelle solange, bis das gewünschte Ziel des Benutzers angenähert wird. Das System gibt eine Prognose des eingestellten Ziels aus. Beispielsweise werden bei vorgegebenem Trocknungsergebnis, vorgegebener Wäschemenge und vorgegebener Endrestfeuchte eine Programmzeit und ein Energieverbrauch ermittelt. Eine Prognose der erreichten Temperaturen im Gerät kann optional ausgegeben werden.

[0035] Der Benutzer kann optional Restriktionen der maximalen Lufttemperatur vor der Trommel geben. Das Verfahren berücksichtigt sie bei der Lösung des Optimierungsalgorithmus 202.

[0036] Die Optimierungsroutine 200 kann auf einer Steuereinheit beziehungsweise auf einem Cloud oder Smart-Home-System mit einem Optimierungsalgorithmus 202 und einem physikbasierten Modell 204 des Trockners ausgeführt werden. Das physik-basierte Modell 204 des Trockners enthält Effizienzen, wie einem Liefergrad und einem isentropen Wirkungsgrad, ein Modell des Kompressors mit Massenerhaltungssatz, Energieerhaltungssatz und Impulserhaltungssatz, und die Möglichkeit die Drehzahl des Kompressors und des Antriebsmotors/Lüfterrads zu variieren. Die Änderung der Querschnittsfläche des Expansionsorgans kann von außen gesteuert werden. Weiterhin sind in dem Modell 204 ein Verdampfer und Verflüssiger Modell zur Beschreibung des Wärmedurchgangskoeffizienten (kA-Wert) der Wärmepumpe abgebildet. Das Expansionsorgan mit variabler Öffnung, sowie ein Gebläse mit variablem Luftvolumenstrom und ein Antriebsmotor mit variabler Drehzahl sind ebenso in dem Modell 204 abgebildet. Der Optimierungsalgorithmus 202 kann beispielsweise ein Simplex-Verfahren, ein Marquardt-Levenberg-Verfahren, ein Trust-Region-Verfahren, einen genetischen Algorithmus oder ein SQP-Verfahren sein. Der Optimierungsalgorithmus 202 weist auch die Fähigkeit zum Berücksichtigen von Restriktionen der Aktorsignale, wie beispielsweise eine maximale und minimale Drehzahl und unzulässigen Zuständen, wie Temperatur und Druck während der Lösung des Algorithmus 202 auf.

[0037] Die Optimierungsroutine 200 kann auch einen Zustandsbeobachter für Zustände umfassen, die physikalisch nicht abgebildet werden. Ein Beispiel ist hierbei der Filter-Verschmutzungsgrad. Ein typischer Zustandsbeobachter ist ein Kalman-Filter.

[0038] Die Figuren 3 bis 5 zeigen Darstellungen eines Informationssystems 300 für ein Haushaltgerät 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Bei dem Haushaltgerät 100 kann es sich um ein Gerät handeln, wie es beispielsweise in Figur 1 dargestellt ist. Das Haushaltgerät 100 ist hier beispielhaft ein Wäschetrockner. Das Informationssystem 100 umfasst eine Recheneinheit 302 zum Ausführen einer Optimierungsroutine 200, wie sie beispielsweise in Figur 2 dargestellt ist. Die Recheneinheit 302 ist hier in der Cloud 304 angeordnet. Daher weist das Haushaltgerät 100 eine Kommunikationsschnittstelle 318 zur Cloud 304 auf.

[0039] In Figur 3 wird der Wärmepumpentrockner 100 von dem Bediener mit zu trocknenden Wäschestücken 306 beladen. Während des Beladens erstellt der Bediener auf einem Mobilgerät 308 unter Verwendung einer Applikation 310 einen virtuellen Wäschekorb 312. Der virtuelle Wäschekorb enthält dabei beispielsweise Informationen, wie eine Menge der Wäschestücke 306, ein Material der Wäschestücke 306, eine maximale Trockentemperatur der Wäschestücke und/oder eine Empfindlichkeit der Wäschestücke 306. Aus dem virtuellen Wäschekorb 312 und einer gewünschten Endfeuchte der Wäschestücke 306 nach dem Trockenvorgang wird eine Zielvorgabe 314 ermittelt. Die Zielvorgabe 314 wird an die Optimierungsroutine 200 in der Cloud 304 übermittelt.

[0040] Weiterhin werden über die Applikation 310 Optimierungsziele 316 eingelesen. Beispielsweise werden ein Prozentwert für Energiesparen und ein Prozentwert für Zeitsparen eingelesen.

[0041] In Figur 4 werden Messwerte 400 von dem Haushaltgerät 100 erfasst und in die Cloud 304 übermittelt. Die Messwerte 400 werden in der Optimierungsroutine 200 verarbeitet. Beispielsweise bildet der Temperaturwert 126 des Temperatursensors vor dem Start des Trocknungsvorgangs eine Umgebungstemperatur des Wärmepumpentrockners 100 ab. Ebenso bildet der Luftfeuchtwert 124 des Luftfeuchtesensors eine Umgebungsluftfeuchtigkeit am Wärmepumpentrockner 100 ab. Die Leistungswerte 122, 128 des Motors und des Kompressors sollten bei inaktivem Gerät 100 null sein.

[0042] In einem Ausführungsbeispiel sendet die Optimierungsroutine 200 eine erwartete Prozessdauer 402 und einen erwarteten Energieverbrauch 404 durch den Prozess an das Mobilgerät 308. Wenn der Bediener nicht mit der Prozessdauer 402 und/oder dem Energieverbrauch einverstanden ist, kann er die Optimierungsziele 316 verändern. Dann werden eine neue Prozessdauer 402 und ein aktualisierter erwarteter Energieverbrauch 404 berechnet.

[0043] In Figur 5 werden aus der Cloud 304 durch die Optimierungsroutine 200 optimierte Geräteparameter 500 an das Haushaltgerät 100 gesendet, um den Trocknungsprozess zu steuern. Beispielsweise werden Drehzahlvorgaben 130, 134 für den Motor und den Kompressor übermittelt. Um den Prozessluftstrom initial zu erwärmen, kann eine Leistungsvorgabe 132 für das Heizelement übermittelt werden. Weiterhin kann eine Öffnungsweite 136 für das Expansionsventil angesteuert werden.

[0044] In einem Ausführungsbeispiel werden während des Trocknungsprozesses aktuelle Messwerte an die Optimierungsroutine 200 übermittelt und im laufenden Betrieb die Geräteparameter 500 angepasst.

[0045] Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird dabei eine Liste von Aktoren des Haushaltgerät 100 zugeordneten Aktorsignalwerten a_1 , a_2 über die Trockenzeit t von der Sender-Empfänger-Einheit 318 ausgesendet. Beispielsweise weist ein einem ersten Akteur zugeordneter Aktorsignalwert a_1 zum Trockenzeitpunkt $t=0$ einen Wert von 25 und zum Trockenzeitpunkt $t=5$ einen Wert von 50 auf. Ein einem zweiten Akteur zugeordneter Aktorsignalwert a_2 weist beispielhaft zum Trockenzeitpunkt $t=0$ einen Wert von 0 und zum Trockenzeitpunkt $t=5$ einen Wert von 1 auf.

[0046] Mit anderen Worten umfasst das Informationssystem 300 ein physikalisch-basiertes mathematisches Modell 204 des Haushaltgeräts 100, einen Optimierungsalgorithmus 202, wie beispielsweise genetische Algorithmen, Simplex-Verfahren oder Marquardt-Levenberg, der eine zu minimierende mathematische Zielfunktion beispielsweise der Form $J = w_1 \cdot \text{Kriterium}_1 + w_2 \cdot \text{Kriterium}_2 + w_3 \cdot \text{Kriterium}_3 + \dots + w_n \cdot \text{Kriterium}_n$ löst.

[0047] In einem Ausführungsbeispiel umfasst das Informationssystem 300 einen Zustandsbeobachter, wie beispielsweise ein Kalman-Filter für die Ermittlung von Filterzuständen.

[0048] Weiterhin umfasst das Informationssystem ein Cloud-/Smart-Home/Steuerungssystem 304 und eine Bedieneinheit 308, wie beispielsweise ein Tablet oder Smartphone. Das Haushaltgerät 100 weist eine Sender- und Empfänger-Einheit 318 auf.

[0049] Figur 6 zeigt eine Visualisierung einer Zielvorgabe 314, einer erwarteten Prozessdauer 402 und eines erwarteten Energieverbrauchs 404 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die Werte der erwarteten Prozessdauer und des erwarteten Energieverbrauchs sind dabei wie in Figur 4 aus der Optimierungsroutine unter anderem basierend auf der Zielvorgabe 314 entstanden. Die Zielvorgabe 314 wird für den Bediener hier als angestrebte Restfeuchte in Tropfen dargestellt. Die Prozessdauer 402 und der Energieverbrauch 404 werden für den Bediener als Balken mit je einem zugehörigen Zahlenwert dargestellt.

[0050] Figur 7 zeigt eine Visualisierung von Optimierungszielen 316 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Es sind mehrere Beispiele von Optimierungszielen 316 dargestellt. Die Optimierungsziele sind jeweils in einem Tortendiagramm dargestellt. Jedes Tortendiagramm weist hier zwei Tortenstücke beziehungsweise Sektoren auf. Die Winkel der Sektoren ergänzen sich zu einem Vollkreis. Die Sektoren repräsentieren damit einen Anteil je eines Optimierungsziels 316 von 100%. Die Optimierungsziele 316 sind wie in Figur 2 ein energieoptimierter Betrieb E des Haushaltgeräts beziehungsweise ein zeitoptimierter Betrieb T des Haushaltgeräts.

[0051] Figur 8 zeigt eine Darstellung eines zeitlichen Verlaufs von zwei optimierten Geräteparametern 500 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die Geräteparameter 500 entsprechen im Wesentlichen den Geräteparametern in Figur 5. Der erste Geräteparameter 500 ist eine Kompressorgeschwindigkeit 134 in Hz. Der zweite Geräteparameter 500 ist eine Motorgeschwindigkeit 130 in Hz. Beide Geräteparameter 500 werden in sieben Zeitintervallen t_0 , t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , t_6 ausgegeben. Für jedes Zeitintervall werden die Geräteparameter 500 innerhalb ihrer Toleranzbereiche 800, 802 neu bestimmt. Beide Geräteparameter 500 sind für eine Zielvorgabe 314 "ein Tropfen" bei einem Optimierungsziel 316 von 29% zeitoptimiert und 71 % energieoptimiert bestimmt.

[0052] Im ersten Zeitintervall t_0 sind die Kompressorgeschwindigkeit 134 und die Motorgeschwindigkeit 130 hoch. Im zweiten Zeitintervall t_1 sind beide Geräteparameter in einem mittleren Bereich. Im dritten Zeitintervall t_2 vierten Zeitintervall t_3 und im fünften Zeitintervall t_4 ist die Kompressorgeschwindigkeit 134 im unteren mittleren Bereich. Im dritten Zeitintervall t_2 und vierten Zeitintervall t_3 ist die Motorgeschwindigkeit 130 wieder hoch, um im fünften Zeitintervall t_4 etwas zu sinken. Im sechsten Zeitintervall t_5 ist die Kompressorgeschwindigkeit 134 im oberen Bereich, während die Motorgeschwindigkeit 130 im mittleren Bereich ist. Im siebten Zeitintervall t_6 ist die Kompressorgeschwindigkeit 134 wieder hoch, während die Motorgeschwindigkeit 130 im unteren mittleren Bereich ist.

[0053] Aus Figur 8 sind exemplarisch die berechneten Aktorsignale 500 für ein energieoptimiertes Programm mit bügelfeuchtem Wäsche-Endzustand 314 ersichtlich. Das oben aufgetragene Signal 134 "Kompressor-Drehzahl" und das unten aufgetragene Signal 130 "Motor-Drehzahl" werden in beispielsweise sieben Zeitintervallen diskretisiert. Der Optimierungsalgorithmus bestimmt das Profil, um die Benutzeranforderung 316 so nah wie möglich zu erreichen.

[0054] Wenn der Benutzer den Programmendzeitpunkt abliest und feststellt, dass die Wäsche früher fertig sein muss, weil beispielsweise Wäschestücke für einen spontanen Abendtermin benutzt werden müssen, erhält das Gerät während des Programms neue Vorgaben, hier zur Zeitverkürzung. Um dies zu erreichen, kann beispielsweise das Zuschalten einer Heizquelle angesteuert werden. Dadurch kann eine Totale Flexibilität erreicht werden. Der hier vorgestellte Ansatz kann auch an anderen Haushaltgeräten mit steuerbaren Aktoren wie beispielsweise Kompressoren, Pumpen oder Ventilen verwendet werden.

[0055] Die Figuren 9 und 10 zeigen Darstellungen eines Mobilgeräts 308 mit einem Computerprogrammprodukt 310

zum Ausführen eines Verfahrens zum Betreiben gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Computerprogrammprodukt 310 ist hier eine Applikation für ein berührungsempfindliches Display 900. Die Applikation 310 kann auch auf einem Display des Haushaltgeräts ausgeführt werden. Die Applikation 310 weist eine Schiebeschaltfläche 902 zum Einstellen des Optimierungsziels 316 auf. Das Optimierungsziel 316 wird in einer Anzeigefläche in Prozent dargestellt. Die Zielvorgabe 314 ist hier in Textform auf einer weiteren Anzeigefläche dargestellt. Beispielsweise kann die Zielvorgabe 314 in einem Zusatzfenster ausgewählt werden.

[0056] In einem Ausführungsbeispiel sind in zwei Grafikanzeigeflächen 904 Verläufe von Geräteparametern 500, wie sie beispielsweise in Fig. 8 dargestellt sind angezeigt.

[0057] In Figur 9 sind die Optimierungsziele 316 wie in Figur 8 mit von 71 % energieoptimiert und 29% zeitoptimiert eingestellt.

[0058] In Figur 10 sind die Optimierungsziele 316 mit von 26% energieoptimiert und 74% zeitoptimiert eingestellt. Durch diese Änderung gegenüber der Darstellung in Figur 9 ergeben sich geänderte Verläufe der Geräteparameter 500.

[0059] Figur 11 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben eines Haushaltgeräts gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Verfahren weist einen Schritt 1100 des Ermittlens, einen Schritt 1102 des Ausführens und einen Schritt 1104 des Bereitstellens auf. Im Schritt 1100 des Ermittlens werden eine Zielvorgabe für einen durch das Haushaltgerät auszuführenden Prozess und zumindest ein Optimierungsziel für den Prozess ermittelt. Im Schritt 1102 des Ausführens wird ein Optimierungsalgorithmus für ein physikalisch-mathematisches Modell des Haushaltgeräts ausgeführt, um zumindest einen optimierten Geräteparameter für den Prozess zu erhalten. Der Optimierungsalgorithmus wird dabei unter Verwendung zumindest einer im Haushaltgerät erfassten Messgröße, der Zielvorgabe und dem Optimierungsziel ausgeführt. Im Schritt 1104 des Bereitstellens wird der zumindest eine optimierte Geräteparameter zum Ansteuern des Haushaltgeräts bereitgestellt.

[0060] Mit anderen Worten wird ein Verfahren für den kundenorientierten Betrieb eines Haushaltgeräts vorgestellt. Es können Informationen über das Kundenverhalten übermittelt werden.

[0061] Das Verfahren weist einen ersten Schritt zur Ermittlung der Ziele, einen zweiten Schritt zum Ermitteln des Zustands unter Verwendung von Sensorsignalen für die Berechnung der kundenspezifischen Aktorsignale und einen dritten Schritt zum Übermitteln der optimalen Aktorsignale an das Haushaltgerät nach der Berechnung.

[0062] Trocknungsprogramme können vom Hersteller unter Laborbedingungen entwickelt und in der Steuerung fest programmiert werden. Der Benutzer kann aus mehreren Trocknungsprogrammen wählen, die neben der Wäsche beziehungsweise dem Wäschetyp unter anderem auch eine kurze Trocknungszeit oder einen energiesparenden Betrieb berücksichtigen. Der Benutzer kann die programmierten Programme nicht ändern.

[0063] Ein Pool mit bestehenden Programmen, beispielsweise auf einem Server, ist ebenso unter Laborbedingungen generiert worden und ist nicht so flexibel wie das hier vorgeschlagene Verfahren.

[0064] Bei dem hier vorgestellten Verfahren werden Umgebungseinflüsse wie die Wäschetemperatur und die Raumtemperatur beziehungsweise Umgebungstemperatur genutzt. Beide Variablen können zur Steuerung der Kompressordrehzahl genutzt werden. Beispielsweise kann die Kompressordrehzahl bei kalten Aufstellbedingungen erhöht werden, um die Trocknungszeit zu verkürzen. Andere wichtige Steuer- und Prozessgrößen werden ebenso berücksichtigt. Dabei können Kompressor-Drehzahlprofile verwendet werden.

[0065] Mit dem hier vorgestellten Ansatz ist eine individuelle Programmgestaltung möglich. Der Benutzer kann Programm-Ziele, wie beispielsweise den Energieverbrauch, die Trocknungszeit beziehungsweise Waschzeit und Stromkosten gewichten und dadurch Programme an seine Bedürfnisse anpassen. Es werde keine vorgespeicherten Programme ausgewählt. Das Verfahren ist vorteilhafterweise in einer Cloud oder einem Smarthome realisierbar.

[0066] Es können individuelle Benutzerwünsche in Kombination mit den Umgebungseinflüssen des Trockners berücksichtigt werden. Dabei können mehrere Aktoren gleichzeitig während eines Trocknungszyklus variiert werden. Beispielsweise können gleichzeitig die Kompressordrehzahl und die Antriebsdrehzahl zur Minimierung des Energieverbrauchs geändert werden.

[0067] Der Benutzer stellt kein fest programmiertes Programm ein, sondern legt die Trocknungsziele fest, wie beispielsweise Schnell, Eco oder Mix, anhand eines virtuellen Wäschekorbs, den er zusammengestellt hat. Dabei ist eine Berücksichtigung von externen Einflüssen wie beispielsweise Stromkosten möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Haushaltgeräts (100), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Ermitteln (1100) einer Zielvorgabe (314) für einen durch das Haushaltgerät (100) auszuführenden Prozess und zumindest eines Optimierungsziels (316) für den Prozess;

Ausführen (1102) eines Optimierungsalgorithmus (202) für ein physikalisch-mathematisches Modell (204) des Haushaltgeräts (100), um zumindest einen optimierten Geräteparameter (500) für den Prozess zu erhalten,

wobei der Optimierungsalgorithmus (202) unter Verwendung zumindest einer im Haushaltgerät (100) erfassten Messgröße (400), der Zielvorgabe (314) und dem Optimierungsziel (316) ausgeführt wird; und Bereitstellen (1104) des optimierten Geräteparameters (500) zum Ansteuern des Haushaltgeräts (100).

- 5 **2.** Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem im Schritt (1100) des Ermitteln ferner zumindest ein Restriktionswert für den Geräteparameter (500) ermittelt wird, wobei im Schritt (1102) des Ausführens der Optimierungsalgorithmus (202) ferner unter Verwendung des Restriktionswerts ausgeführt wird.
- 10 **3.** Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Schritt (1100) des Ermitteln die Zielvorgabe (314) unter Verwendung eines virtuellen Wäschekorbs (312) ermittelt wird, wobei der virtuelle Wäschekorb (312) Daten über von dem Haushaltgerät (100) zu behandelnde Wäsche umfasst.
- 15 **4.** Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Schritt (1102) des Ausführens eine Prozessdauer (402) des Prozesses und/oder ein Energieverbrauch (404) des Prozesses unter Verwendung des Modells (204) bestimmt wird, wobei das Verfahren einen Schritt des Anzeigens aufweist, in dem die Prozessdauer (402) und/oder der Energieverbrauch (404) angezeigt wird.
- 20 **5.** Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Schritt (1102) des Ausführens ferner ein Zustandsbeobachter für das Modell (204) ausgeführt wird, wobei der Zustandsbeobachter Filterzustände des Haushaltgeräts (100) abbildet.
- 25 **6.** Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Schritt (1102) des Ausführens zumindest ein weiterer optimierter Geräteparameter (500) bestimmt wird, wobei im Schritt des Bereitstellens (1104) das Haushaltgerät (100) mit dem weiteren optimierten Geräteparameter (500) angesteuert wird.
- 30 **7.** Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Schritt (1102) des Ausführens der Optimierungsalgorithmus (202) ferner unter Verwendung zumindest einer weiteren im Haushaltgerät (100) erfassten Messgröße (400) ausgeführt wird.
- 35 **8.** Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Schritt (1100) des Ermitteln auf einem Mobilgerät (308) ausgeführt wird und/oder der Schritt des Ausführens (1102) in der Cloud (304) oder einem Smart-home-System ausgeführt wird.
- 40 **9.** Informationssystem (300), das ausgebildet ist, um die Schritte des Verfahrens gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche auszuführen.
- 45 **10.** Haushaltgerät (100), insbesondere Wäschetrockner, mit einem Informationssystem (300) gemäß Anspruch 9 und/oder mit einer Schnittstelle (318) zu einem Informationssystem (300) gemäß Anspruch 9.
- 50 **11.** Computer-Programmprodukt mit Programmcode zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wenn das Computer-Programmprodukt auf einer Vorrichtung ausgeführt wird.
- 55

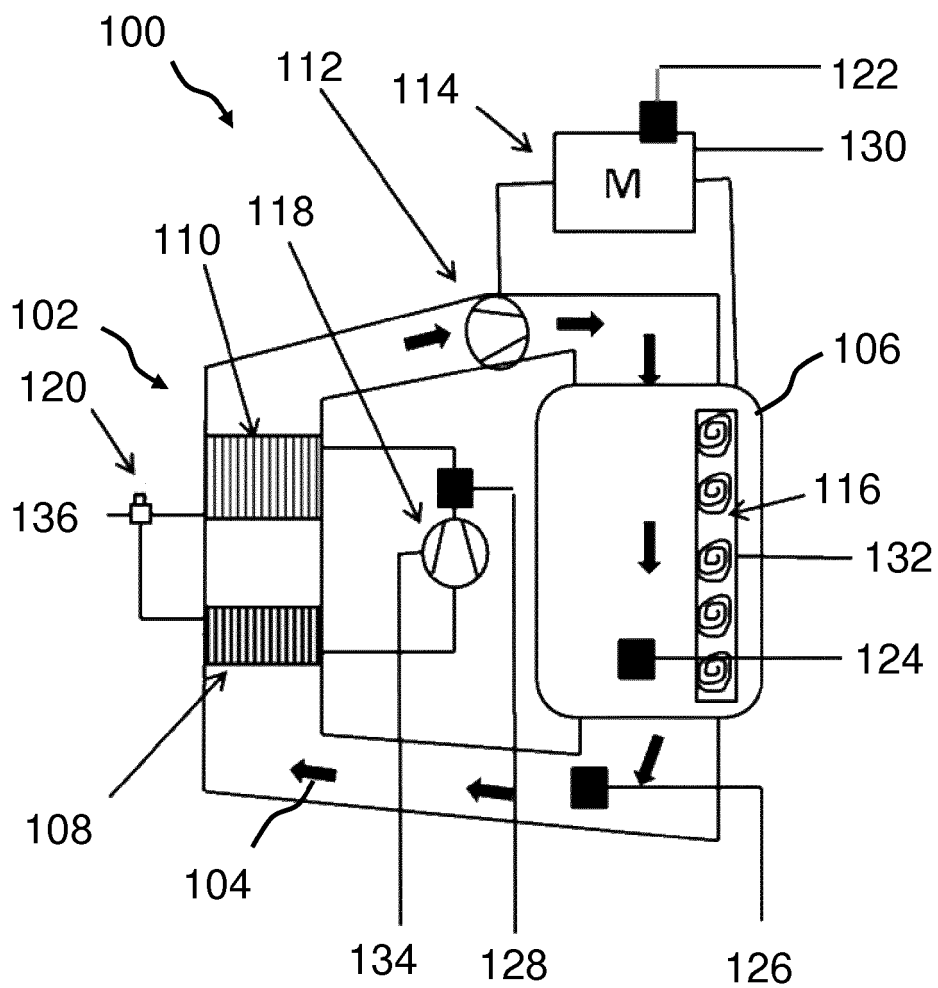


FIG 1

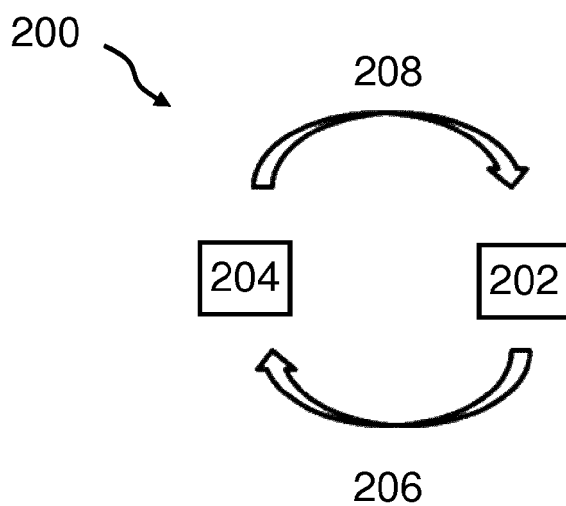


FIG 2

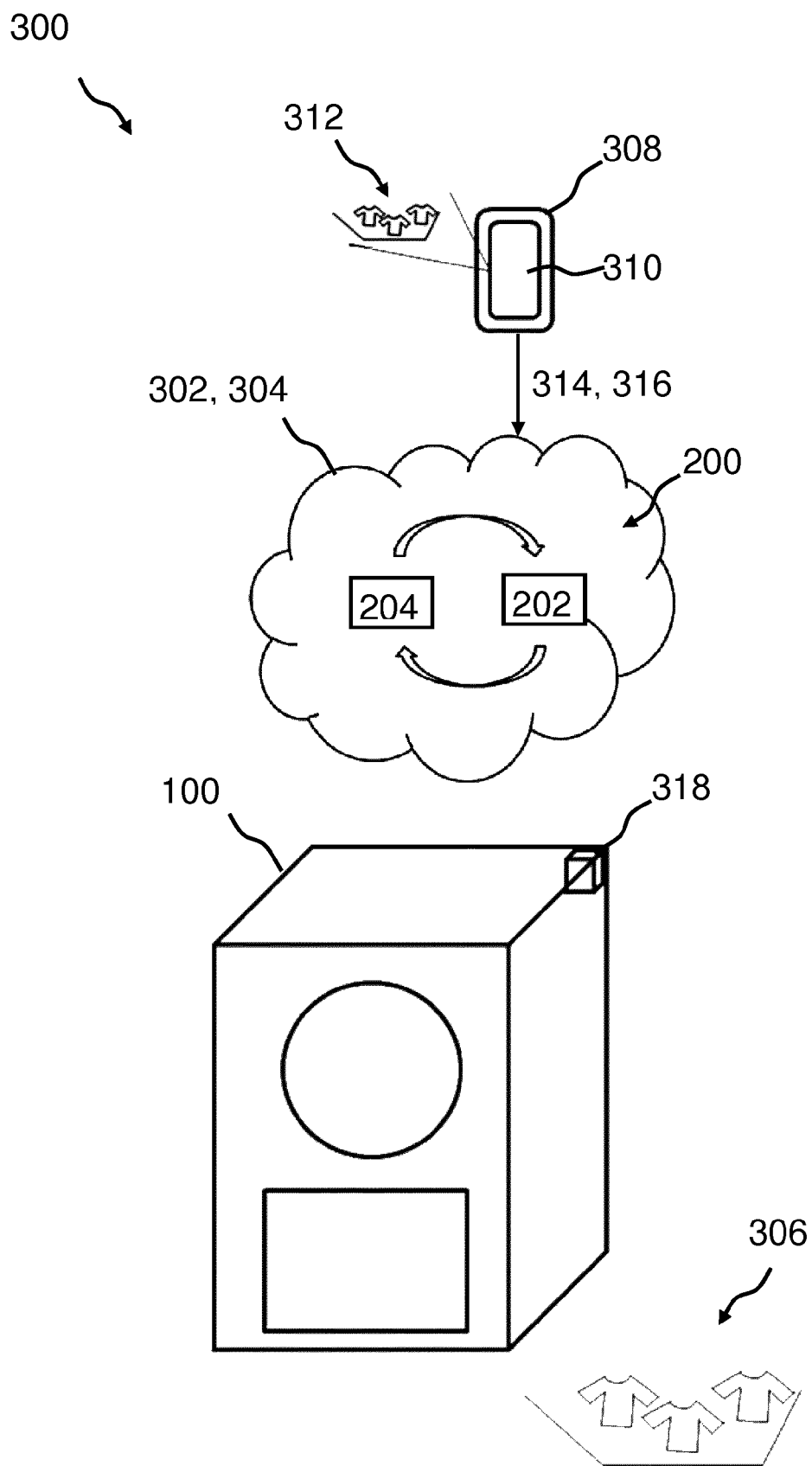


FIG 3

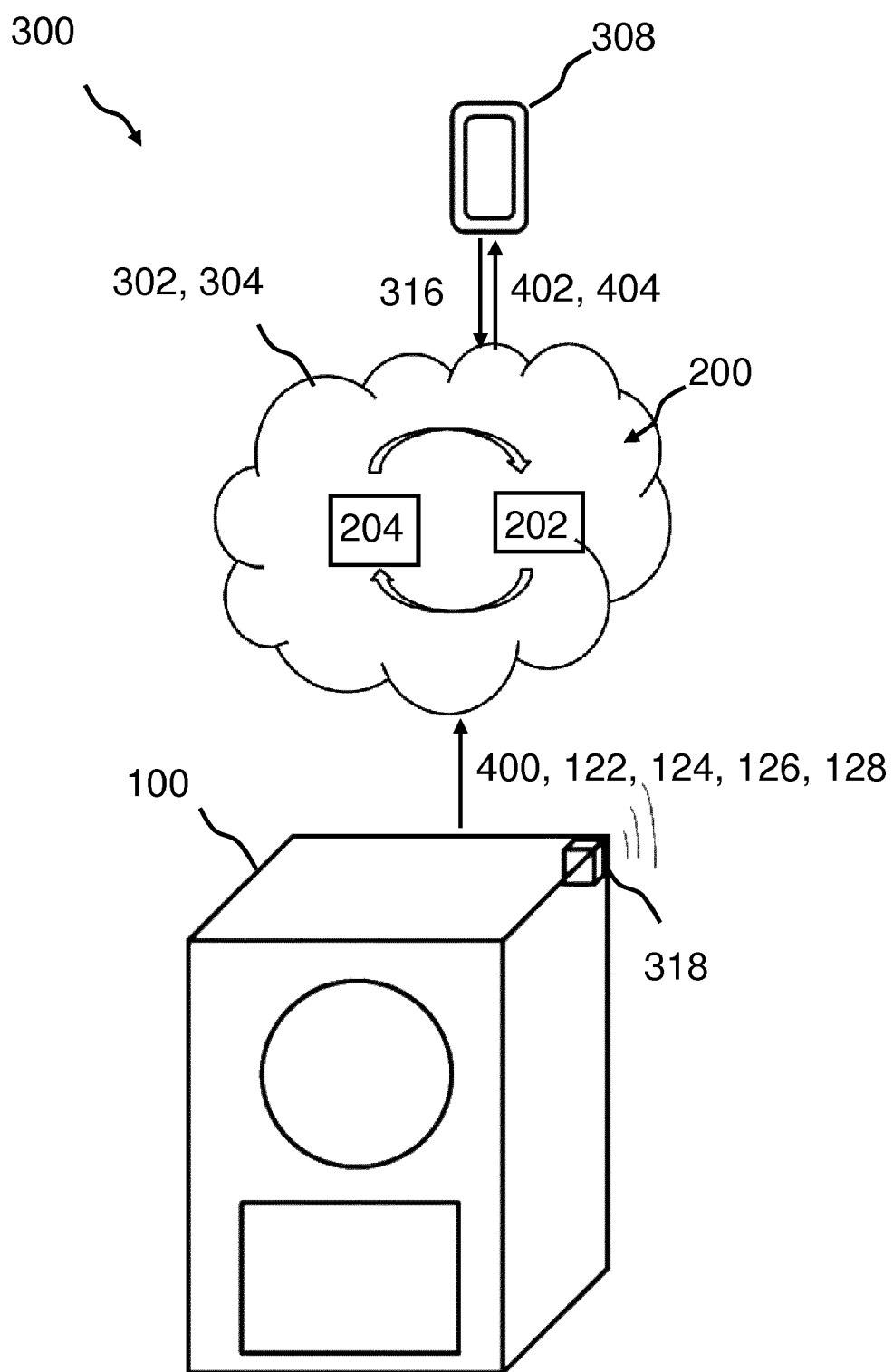


FIG 4

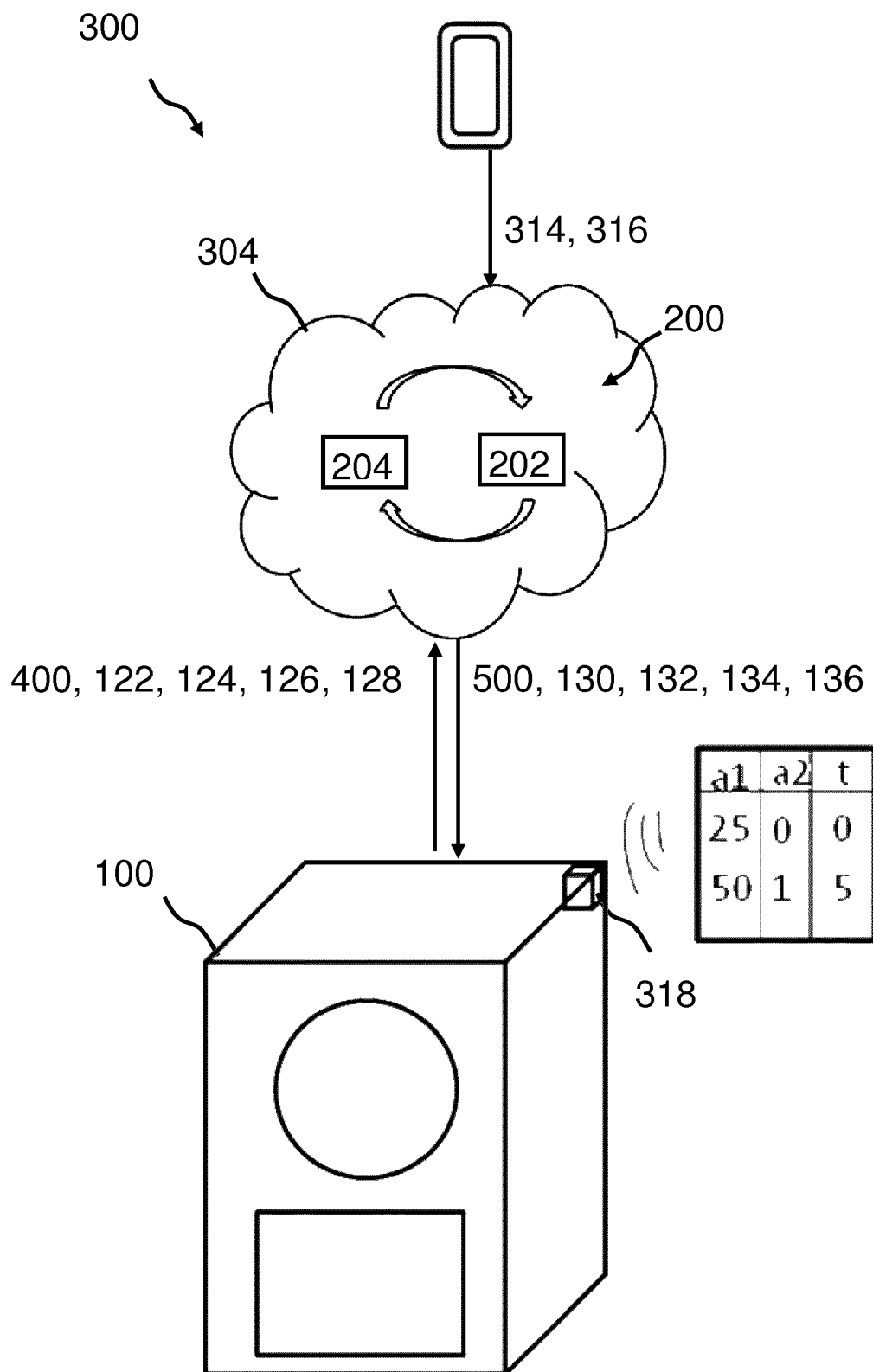


FIG 5

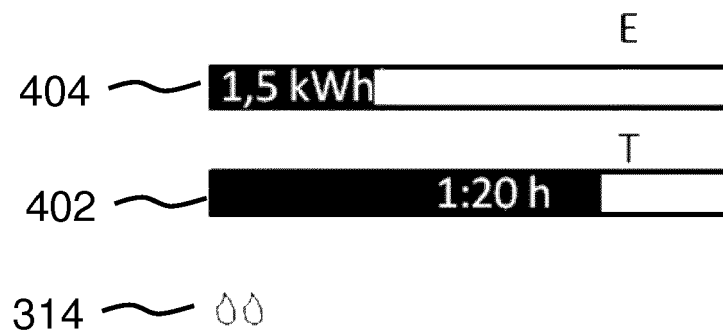


FIG 6

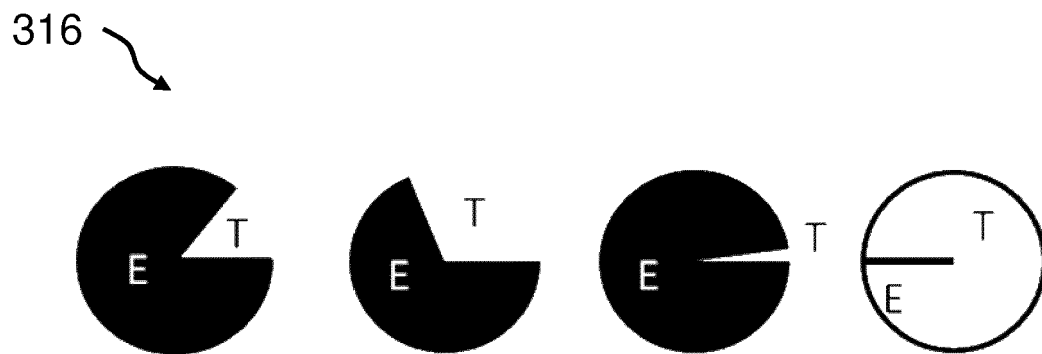


FIG 7

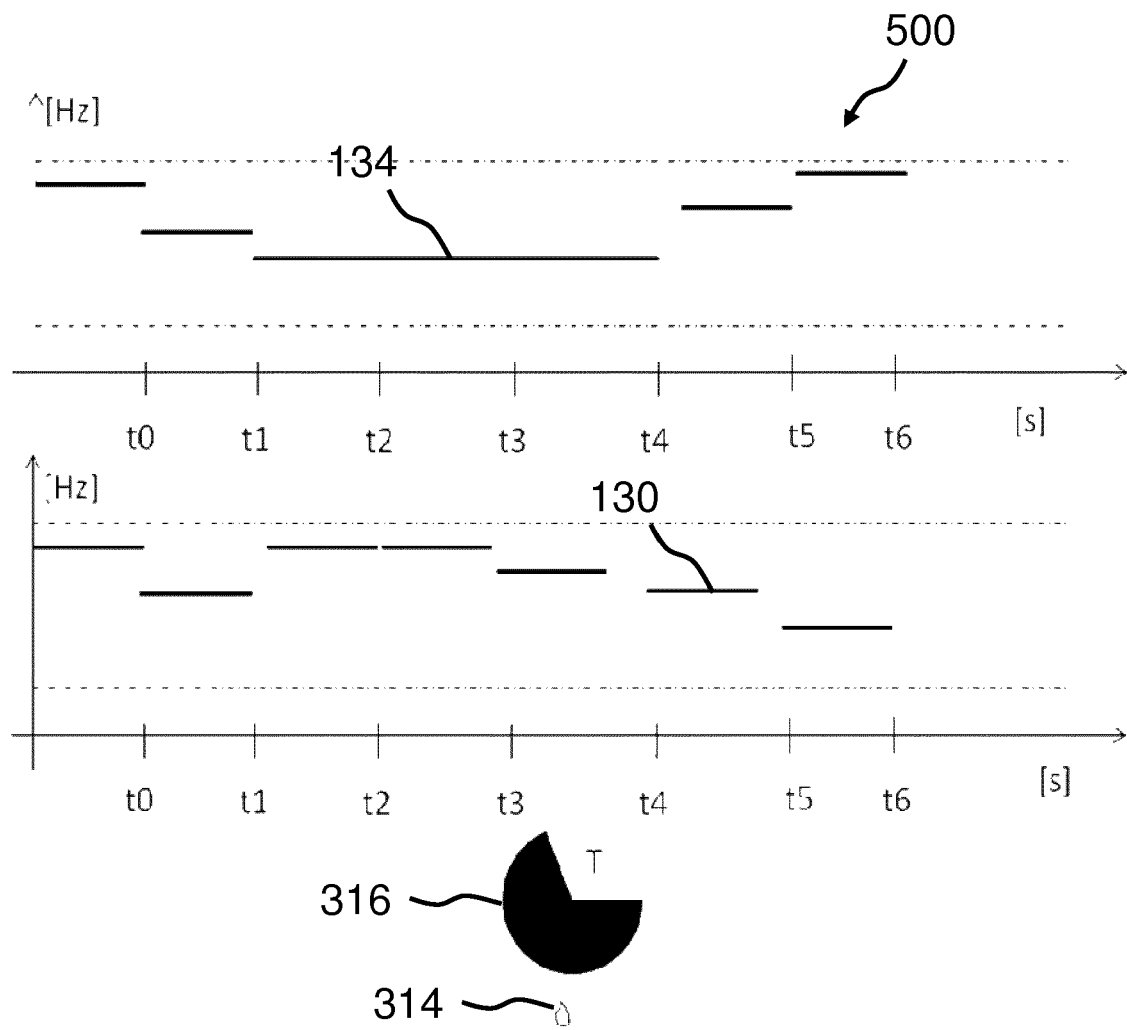


FIG 8

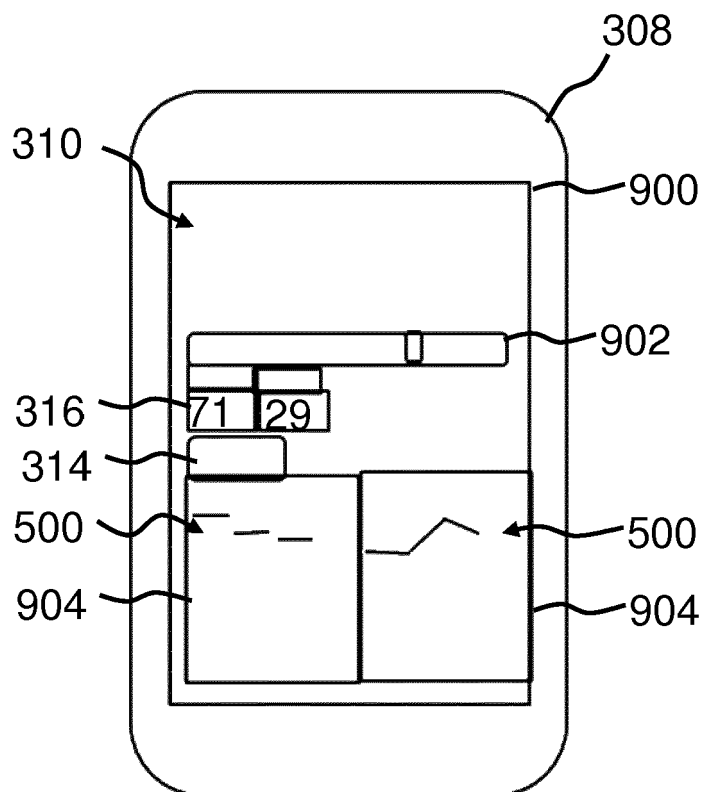


FIG 9

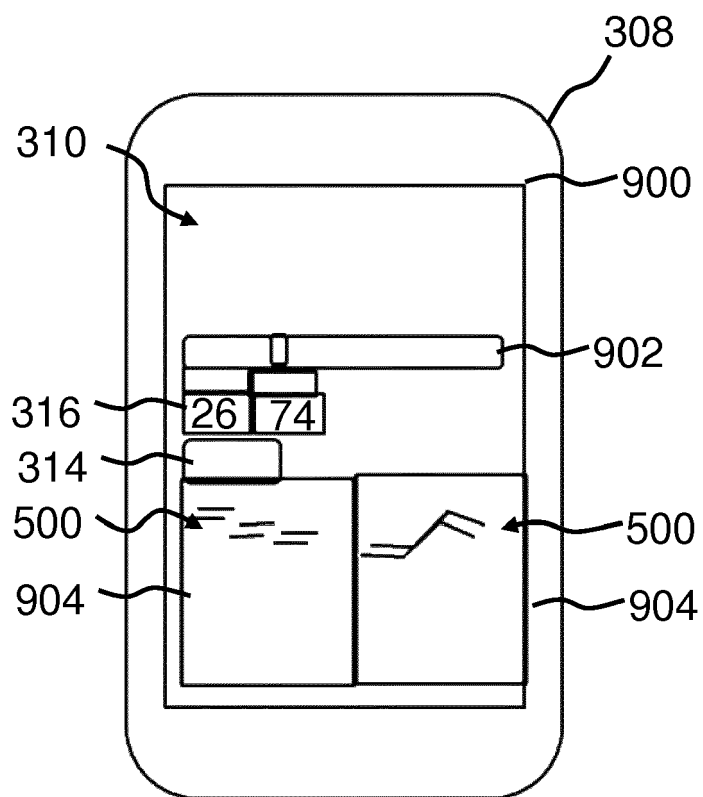


FIG 10

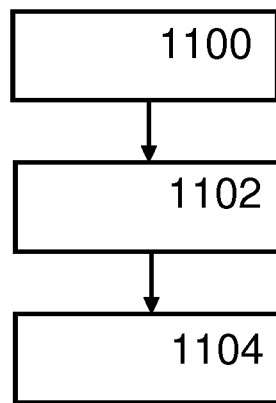


FIG 11



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 19 1842

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 5 905 648 A (BADAMI VIVEK VENUGOPAL [US]) 18. Mai 1999 (1999-05-18) * Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 4, Zeile 44 * * Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 8 * * Spalte 5, Zeile 54 - Spalte 8, Zeile 5 * * Spalte 8, Zeile 17 - Spalte 9, Zeile 9 * * Abbildungen 1, 2 *	1-11	INV. D06F33/02 ADD. D06F58/28
X	US 2001/049846 A1 (GUZZI BRIAN DANIEL [US] ET AL) 13. Dezember 2001 (2001-12-13) * Absatz [0002] * * Absätze [0031] - [0035] * * Absätze [0050] - [0059] * * Absatz [0065] * * Abbildungen 1-4 *	1,3,5-11	
A	WO 2015/082011 A1 (ELECTROLUX APPLIANCES AB [SE]) 11. Juni 2015 (2015-06-11) * Seite 9, Zeile 27 - Seite 10, Zeile 15 * * Seite 17, Zeile 2 - Seite 18, Zeile 10 * * Abbildungen 1-4 *	1,4,6,7,9,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) D06F
A	EP 2 752 517 A1 (WHIRLPOOL CO [US]) 9. Juli 2014 (2014-07-09) * Absätze [0025] - [0037] * * Absätze [0061] - [0066] * * Abbildungen 1, 2, 5 *	1,9,10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Februar 2018	Prüfer Weidner, Maximilian
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 Patentdokument, 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 03.92 (P04C03)

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

EP 17 19 1842

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.

05-02-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 5905648	A	18-05-1999	KEINE		
15	US 2001049846	A1	13-12-2001	AU 6835001	A	24-12-2001
				CA 2408950	A1	20-12-2001
				EP 1290260	A2	12-03-2003
				JP 2004503853	A	05-02-2004
				US 2001049846	A1	13-12-2001
				WO 0196645	A2	20-12-2001
20	WO 2015082011	A1	11-06-2015	EP 3077588	A1	12-10-2016
				WO 2015082011	A1	11-06-2015
25	EP 2752517	A1	09-07-2014	BR 102014000463	A2	14-07-2015
				EP 2752517	A1	09-07-2014
				US 2014189959	A1	10-07-2014

EPO FORM P0461

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