



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.04.2003 Patentblatt 2003/17**

(51) Int Cl.7: **F02N 11/08**

(21) Anmeldenummer: **02022665.0**

(22) Anmeldetag: **10.10.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

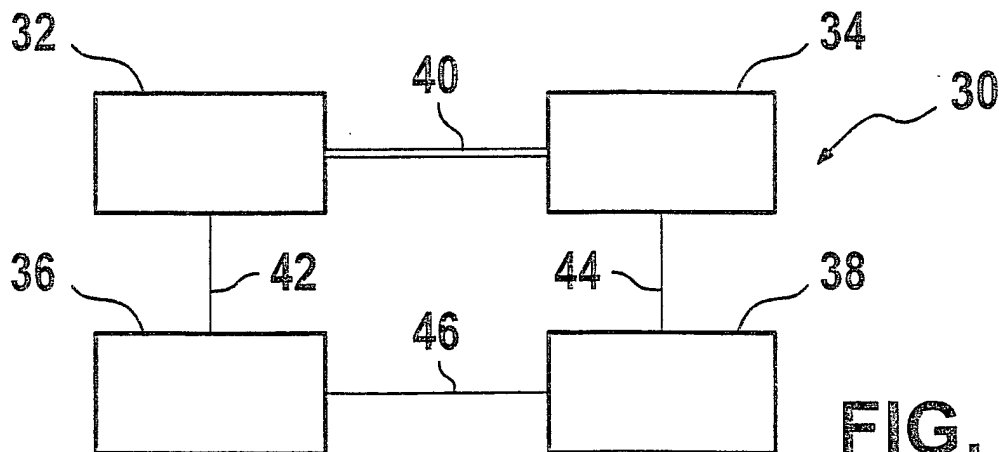
(72) Erfinder:  
• **Hoetzer, Dieter**  
**71701 Schwieberdingen (DE)**  
• **Baeuerle, Peter**  
**71636 Ludwigsburg (DE)**

(30) Priorität: **19.10.2001 DE 10151680**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen des Endes eines Startvorgangs eines Verbrennungsmotors**

(57) Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des Endes eines Startvorgangs eines Verbrennungsmotors (32) beschrieben. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Verbrennungsmotor

(32) mit mindestens einem Elektromotor (34) auf Leerlaufdrehzahl beschleunigt. Ab einer vorgebbaren Drehzahlschwelle wird dann eingespritzt. Das Ende des Startvorgangs wird anhand von Kenndaten des mindestens einen Elektromotors (34) bestimmt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des Endes eines Startvorgangs eines Verbrennungsmotors. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt zur Durchführung des Verfahrens.

### Stand der Technik

**[0002]** Beim Starten eines Verbrennungsmotors werden herkömmlich nach Einschalten der Zündung und Initialisierung der Motorsteuerung die ersten Umdrehungen des Motors durch einen Anlasser bewirkt. Bei Erreichen einer Drehzahlschwelle gilt der Start des Verbrennungsmotors als beendet. Nach Beendigung des Startvorgangs wird auf Leerlaufbetrieb umgeschaltet.

**[0003]** Der Übergang zur Leerlaufregelung setzt voraus, daß das Ende des Startvorgangs zuverlässig erkannt wird und der Verbrennungsmotor aus eigener Kraft weiterdreht.

**[0004]** Das sichere Erkennen des Startendes bei Verbrennungsmotoren ist wichtig, da von diesem abhängt, wann für die Einspritzmenge und das Einspritztiming, für den Zündwinkel (Benzinmotor, Erdgasmotor) und für die Drosselklappenstellung (Benzinmotor, Erdgasmotor) der Berechnungsalgorithmus von Startvorgang auf Leerlaufregelung umgestellt werden muß.

**[0005]** Für eine zuverlässige Startenderkennung des Verbrennungsmotors muß die Drehzahlschwelle für die Startenderkennung sicher oberhalb der Anlasserdrehzahl und sicher unterhalb der Leerlaufdrehzahl liegen. Das Bestimmen des Startendes wird um so schwieriger bzw. sogar unmöglich, wenn die Drehzahlschwelle nahe der Leerlaufdrehzahl liegt.

### Vorteile der Erfindung

**[0006]** In Fahrzeugen, bei denen der Start nicht durch einen gewöhnlichen Anlasser erfolgt, sondern durch leistungsstarke Elektromaschinen bzw. Elektromotoren, ergeben sich für die Startenderkennung neue Möglichkeiten. Leistungsstarke Elektromaschinen (Asynchronmaschinen, oder Hochleistungsgeneratoren mit Startfunktion bzw. Startergeneratoren) sind in der Lage, den Verbrennungsmotor durch einen sogenannten Impulsstart zu starten. Dazu wird der Verbrennungsmotor mit der Elektromaschine zunächst auf die Leerlaufdrehzahl beschleunigt. Erst dann erfolgt die Einspritzung.

**[0007]** Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Bestimmen des Endes eines Startvorgangs eines mit mindestens einem Elektromotor gestarteten Verbrennungsmotors wird der Verbrennungsmotor mit dem mindestens einen Elektromotor auf Leerlaufdrehzahl beschleunigt, ab einer vorgebbaren Drehzahlschwelle eingespritzt und das Ende des Startvorgangs anhand von Kenndaten des mindestens einen Elektromotors erkannt bzw. bestimmt. Kenndaten des Elektromotors

sind dabei physikalische Größen, insbesondere elektrische Größen, die den Betriebszustand des Elektromotors bestimmen bzw. beeinflussen.

**[0008]** Kenndaten können beispielsweise der Strombedarf bzw. die Stromaufnahme und/oder der Momentenbedarf des Elektromotors sein. Das Ende des Startvorgangs ist dann anhand der Strom- bzw. Momenteninformation des Elektromotors bzw. der Elektromotoren zu erkennen.

**[0009]** Das Startende wird beispielsweise erkannt, wenn der Strombedarf deutlich zurückgeht bzw. sein Vorzeichen ändert und damit die Elektromaschine zum Generator wird.

**[0010]** Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine Drehzahlschwelle bzw. eine Startdrehzahl nahe der Leerlaufdrehzahl. Im Vergleich zu heute üblichen Serienumsetzungen bietet eine höhere Startdrehzahl einen schnelleren Startvorgang, niedrigere Emissionen und einen höheren Fahrkomfort.

**[0011]** Asynchronmaschinen und Hochleistungsgeneratoren sind in der Lage, einen Verbrennungsmotor mit einem Impulsstart zu starten.

**[0012]** Das erfindungsgemäße Computerprogramm umfaßt Programmcodemittel, um alle Schritte des vorstehend beschriebenen Verfahrens durchzuführen. Das Computerprogramm wird auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit durchgeführt. Diese Recheneinheit ist vorzugsweise in einem Motorsteuergerät integriert, bspw. ein in einem Motorsteuergerät integrierter Mikroprozessor, auf dem das Computerprogramm ausgeführt wird.

**[0013]** Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt weist Programmcodemittel auf, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um ein vorstehend beschriebenes Verfahren durchzuführen. Das Computerprogramm wird dabei auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit ausgeführt. Als geeignete Datenträger kommen EEPROMs und Flashmemories, aber auch CD-ROMs, Disketten, Band- und Festplattenlaufwerke zum Einsatz.

**[0014]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bestimmen des Endes eines Startvorgangs eines Verbrennungsmotors weist mindestens einen mittels mindestens einer Steuereinheit angesteuerten Elektromotor auf, der mechanisch an den Verbrennungsmotor gekoppelt ist. Der Elektromotor kann dabei zum Beispiel über einen konventionellen Riemen oder über eine Kurbelwelle bzw. über das Getriebe an den Verbrennungsmotor angekoppelt sein.

**[0015]** Weiterhin weist die erfindungsgemäße Vorrichtung ein Motorsteuergerät auf, das elektrisch mit dem Verbrennungsmotor über eine elektrische Verbindung und mit der Steuereinheit über eine Steuergerätevernetzung verbunden ist. Als Steuergerätevernetzung dient vorzugsweise ein CAN-Bus, der eine schnelle und sichere Kommunikation zwischen den angeschlossenen Komponenten ermöglicht.

**[0016]** Des weiteren sind in der erfindungsgemäßen

Vorrichtung Rechenmittel zum Auswerten von Kenndaten des mindestens einen Elektromotors vorgesehen. Diese Rechenmittel liegen in Ausgestaltung der Erfindung in dem Motorsteuergerät vor. Das Erkennen des Endes eines Startvorgangs eines Verbrennungsmotors läuft dann im Motorsteuergerät ab, das die benötigten Informationen über den Elektromotor über die Steuergerätevernetzung erhält. Die Rechenmittel sind bspw. in einer Speichereinrichtung im Motorsteuergerät abgelegt. Die erforderlichen Schritte zur Bestimmung des Startendes werden vorzugsweise auf einem Mikroprozessor in dem Motorsteuergerät ausgeführt.

**[0017]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist als Steuereinheit ein Pulswechselrichter vorgesehen, mit dem der Elektromotor anzusteuern ist. Der Pulswechselrichter ist elektrisch über die Steuergerätevernetzung mit dem Motorsteuergerät verbunden, so daß Informationen zu den Kenndaten des Elektromotors von dem Motorsteuergerät eingelesen werden können und das Motorsteuergerät über den Pulswechselrichter das Motorsteuergerät ansteuern kann. Gegebenenfalls kann das Motorsteuergerät auch direkt die benötigten Daten von dem Elektromotor erhalten. Eine elektrische Verbindung zwischen Elektromotor und Motorsteuergerät, erfindungsgemäß durch die Steuergerätevernetzung realisiert, ermöglicht den notwendigen Datenaustausch.

**[0018]** Der mindestens eine Elektromotor kann eine Asynchronmaschine oder ein Hochleistungsgenerator, der vorteilhafterweise über einen Riemen an den Verbrennungsmotor gekoppelt ist, sein. Der Start kann mit einem Elektromotor oder gegebenenfalls mit mehreren Elektromotoren durchgeführt werden.

**[0019]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

**[0020]** Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0021]** Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels und unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Figur 1 zeigt ein Diagramm zur Verdeutlichung eines Startvorgangs nach dem Stand der Technik.

Figur 2 zeigt ein Diagramm zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in schematischer Darstellung.

**[0022]** In Figur 1 ist anhand einiger Signalverläufe ein herkömmliches Verfahren zum Bestimmen des Endes eines Startvorgangs eines Verbrennungsmotors darge-

stellt. Signalverlauf 10 gibt den Status der Zündung wieder. Mit Signal 12 ist die Drehzahl des Verbrennungsmotors wiedergegeben. Signal 14 gibt an, ob die Drehzahl des Verbrennungsmotors erkannt wurde. Signal 16 zeigt die Dauer des Startvorgangs an. Vorzugsweise stehen die Signale dem Motorsteuergerät zur Verfügung.

**[0023]** Nach Einschalten der Zündung zum Zeitpunkt  $t_1$  erfolgt die Initialisierung der Motorsteuerung. Der anschließende Startvorgang führt zum Setzen des Signals 16 zum Zeitpunkt  $t_2$ . Nach Erkennung der Motordrehzahl durch den Drehzahlgeber zum Zeitpunkt  $t_3$  wird das Signal 14 "Drehzahl erkannt" gesetzt. Bei Erreichen einer applizierbaren Drehzahlschwelle zum Zeitpunkt  $t_4$  gilt der Start des Verbrennungsmotors als beendet und das Signal 16 wird zurückgesetzt. Nach Beendigung des Startvorgangs wird auf Leerlaufbetrieb umgeschaltet.

**[0024]** Der Übergang zur Leerlaufregelung setzt voraus, daß das Ende des Startvorgangs zuverlässig erkannt wird und der Verbrennungsmotor aus eigener Kraft weiter drehen kann. Eine zuverlässige Starterkennung ist auf diese Weise nur gewährleistet, wenn die Drehzahlschwelle für die Starterkennung sicher oberhalb der Anlasserdrehzahl und sicher unterhalb der Leerlaufdrehzahl liegt. Diese Erkennung wird um so schwieriger bzw. unmöglich, wenn die Drehzahlschwelle nahe der Leerlaufdrehzahl liegt.

**[0025]** Figur 2 verdeutlicht anhand einiger Signalverläufe das erfindungsgemäße Verfahren zum Bestimmen des Endes eines Startvorgangs eines Verbrennungsmotors. Signal 20 gibt die Drehzahl des Verbrennungsmotors wieder, Signal 22 den Strombedarf bzw. die Stromerzeugung des Elektromotors. Bei Startbeginn zum Zeitpunkt  $t_1$  beschleunigt der Elektromotor den Verbrennungsmotor auf Leerlaufdrehzahl. Ab einer Drehzahlschwelle, die jetzt nahe der Leerlaufdrehzahl liegt, wird eingespritzt. Im allgemeinen kann bereits eingespritzt werden, sobald eine Motordrehzahl erkannt wird. Das Startende zum Zeitpunkt  $t_2$  wird erkannt, wenn der Strombedarf des Elektromotors deutlich zurückgeht bzw. sein Vorzeichen ändert. Nach Figur 2 wird der Elektromotor ab dem Zeitpunkt  $t_2$  zum Generator, d.h. daß der Elektromotor ab diesem Zeitpunkt keinen Strom mehr aufnimmt sondern elektrische Energie erzeugt.

**[0026]** In Figur 3 ist eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, die insgesamt mit der Bezugsziffer 30 gekennzeichnet ist. Zu erkennen ist ein Verbrennungsmotor 32, ein Elektromotor 34, ein Motorsteuergerät 36 und ein Pulswechselrichter 38. Der Verbrennungsmotor 32 ist über eine mechanische Kopplung 40, in diesem Fall einen konventionellen Riemen 40, mit dem Elektromotor 34 gekoppelt. Zwischen dem Verbrennungsmotor 32 und dem Motorsteuergerät 36 ist eine erste elektrische Verbindung 42 vorgesehen. Über diese erste elektrische Verbindung 42 kann bspw. die Motordrehzahl eingelesen werden. Eine zweite elektrische Verbindung 44 ist zwi-

schen dem Elektromotor 34 und dem Pulswechselrichter 38 vorgesehen. Über diese zweite elektrische Verbindung 44 wird der Elektromotor 34 angesteuert und Kenndaten des Elektromotors 34 ausgelesen.

[0027] Da die Starterkennung im Motorsteuergerät 36 abläuft, liest dieses die benötigten Informationen über den Elektromotor 34 über eine Steuergerätevernetzung 46, in diesem Fall einen CAN-Bus 46, aus.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen des Endes eines Startvorgangs eines mit mindestens einem Elektromotor (34) gestarteten Verbrennungsmotors (32), bei dem der Verbrennungsmotor (32) mit dem mindestens einen Elektromotor (34) auf Leerlaufdrehzahl beschleunigt wird, ab einer vorgebbaren Drehzahlschwelle eingespritzt wird und das Ende des Startvorgangs anhand von Kenndaten des mindestens einen Elektromotors (34) bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Ende des Startvorgangs anhand der Stromaufnahme des mindestens einen Elektromotors (34) bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Ende des Startvorgangs anhand des Momentenbedarfs des mindestens einen Elektromotors (34) bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die vorgebbare Drehzahlschwelle nahe der Leerlaufdrehzahl liegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der mindestens eine Elektromotor (34) den Verbrennungsmotor (32) durch einen Impulsstart startet.

6. Computerprogramm mit Programmcodemitteln zur Durchführung aller Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit, insbesondere einer Recheneinheit in einem Motorsteuergerät (36), ausgeführt wird.

7. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit, insbesondere einer Recheneinheit in einem Motorsteuergerät (36), ausgeführt wird.

8. Vorrichtung zum Bestimmen des Ende des Startvorgangs eines Verbrennungsmotors (32), mit mindestens einem mittels mindestens einer Steuereinheit angesteuerten Elektromotor (34), der mechanisch an den Verbrennungsmotor (32) gekoppelt ist, und einem Motorsteuergerät (36), wobei das Motorsteuergerät (36) elektrisch mit dem Verbrennungsmotor (32) über eine erste elektrische Verbindung (42) und mit der Steuereinheit über eine Steuergerätevernetzung (46) verbunden ist, und wobei Rechenmittel zum Auswerten von Kenndaten des mindestens einen Elektromotors (34) vorgesehen sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rechenmittel in dem Motorsteuergerät (36) vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Steuergerätevernetzung (46) ein CAN-Bus (46) dient.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mindestens eine Steuereinheit ein Pulswechselrichter (38) ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der mindestens eine Elektromotor (34) über einen Riemen (40) an den Verbrennungsmotor (32) angekoppelt ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der mindestens eine Elektromotor (34) über eine Kurbelwelle an den Verbrennungsmotor (32) angekoppelt ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der mindestens eine Elektromotor (34) eine Asynchronmaschine ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der mindestens eine Elektromotor (34) ein Hochleistungsgenerator ist.

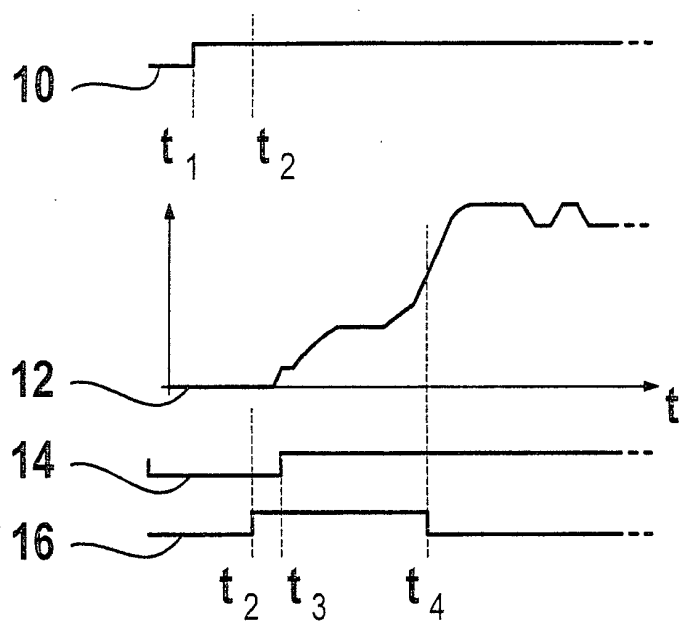


FIG. 1

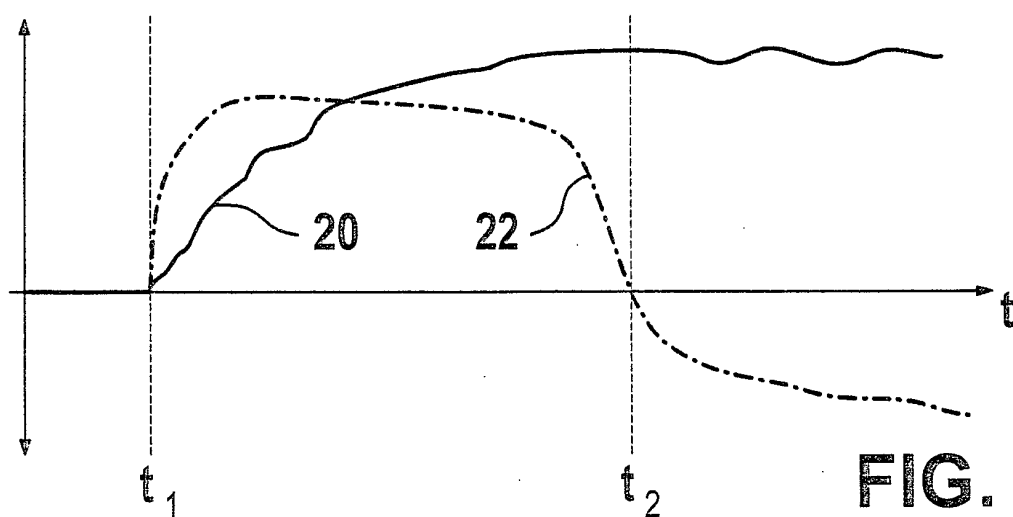


FIG. 2

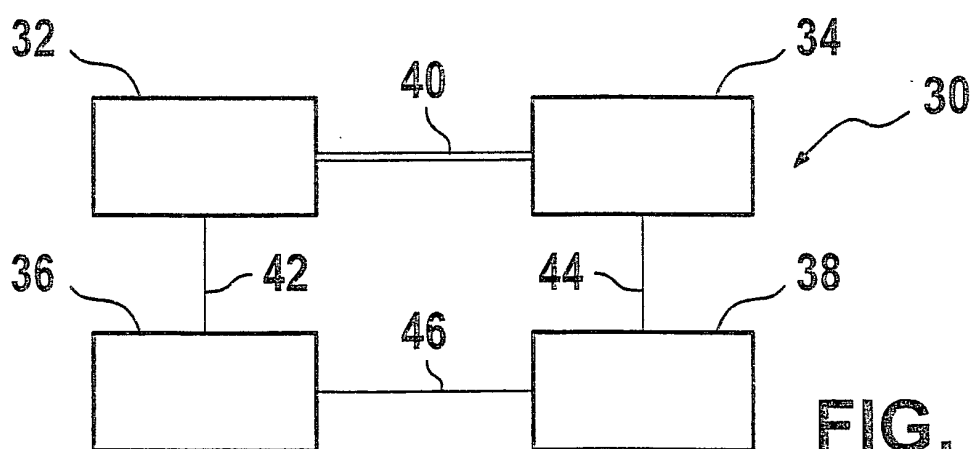


FIG. 3