



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2004 062 064 B4 2008.07.17**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 062 064.4**

(22) Anmeldetag: **23.12.2004**

(43) Offenlegungstag: **06.07.2006**

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **17.07.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B32B 41/00 (2006.01)**  
**B32B 43/00 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

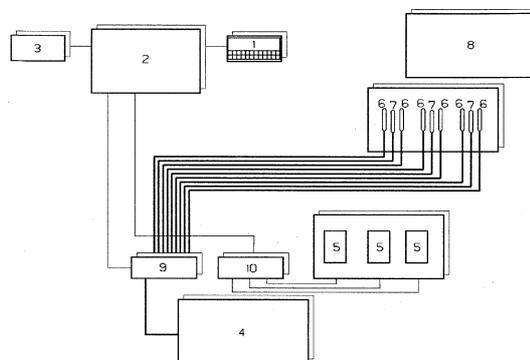
(73) Patentinhaber:  
**Röder Präzision GmbH, 63329 Egelsbach, DE**

(72) Erfinder:  
**Eichenauer, Wolfgang, 64297 Darmstadt, DE;**  
**Kurpios, Paul, 64646 Heppenheim, DE; Appel,**  
**Manfred, 64390 Erzhausen, DE; Hug, Dietmar,**  
**63110 Rodgau, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 698 03 928 T2**  
**DE 696 20 016 T2**  
**US 48 08 253 A**  
**US 38 37 965 A**  
**US 62 70 603 B1**  
**Pat. Abstr. of Jp., JP 09082456 A;**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung und Reparatur von Faserverbund-Metallkompositbauteilen und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung und Reparatur von Faserverbund- und Metallkompositbauteilen, insbesondere Flugzeugbauteilen, mittels Klebe- und Laminier-technik unter Einsatz von Hot-Bonder-Steuerungseinheiten, also Vorrichtungen für die Verwendung von geregelterm Unterdruck und geregelten elektrischen Wärmequellen wie Wärmematten, Wärmelampen und dergleichen, wobei das Bauteil in Abhängigkeit von seiner Form, seinen Abmessungen, seines Materials und seiner Materialstärke mit mehreren Heizmatten versehen wird, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Heizmatte (5) ein separater Temperaturkontroll-Messfühler (6) und ein separater Temperaturregel-Messfühler (7) zugeordnet wird, wobei jede Heizmatte (5), unabhängig von den anderen am Bauteil (8) angeordneten Heizmatten (5), mittels der Hot-Bonder-Steuerungseinheit (2) mit entsprechender Hardware und einer auf eine gleichmäßige Beheizung und damit auf eine gleichmäßige Wärmelandschaft abgestimmte Software versorgt und mit der zur Einhaltung der vorgegebenen Temperatur-Zeit-Parameter nötigen Energie beaufschlagt wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung und Reparatur von Faserverbund- und Metallkompositbauteilen mittels Laminier- bzw. Klebertechnik unter Einsatz von Hot-Bonder-Steuerungseinheiten, also Vorrichtungen für die Verwendung von geregelterm Unterdruck und geregelten elektrischen Wärmequellen wie Wärmematten, Wärmelampen und dergleichen, wobei das Bauteil in Abhängigkeit von seiner Form, seinen Abmessungen, seines Materials und seiner Materialstärke mit mehreren Heizmatten versehen wird.

**[0002]** Bei den Hot Bondern handelt es sich um mit Steuerungen und Reglern versehene Vorrichtungen für den Betrieb von elektrischen Wärmequellen wie Heizmatten, Wärmelampen und anderen Wärmequellen sowie druck- bzw. vakuumbeaufschlagten Abdeckungen.

**[0003]** Mit den herkömmlichen Hot Bondern können wohl mehrere Heizquellen gleichzeitig betrieben werden, jedoch verfügen sie nur über einen einzigen am Bauteil angeordneten Temperaturregelfühler, mit dem alle im Einsatz befindlichen Wärmequellen erfasst und geregelt werden.

**[0004]** An der Position dieses am Bauteil angeordneten Fühlers wird daher nur in der eng begrenzten Zone die vorgegebene Temperatur erreicht und gehalten. In den benachbarten Bereichen dagegen kommt es bei komplexen Formen und/oder unterschiedlichen Materialien bzw. Materialstärken zu Unter- oder Überschreitungen der vorgegebenen Temperatur. Diese Temperaturschwankungen sind insbesondere an Bauteilen der Luft- und Raumfahrt nicht zulässig. Sie müssen nach dem gegenwärtigen Stand der Technik manuell durch Kühlung oder Wärmeisolierung ausgeglichen werden. Bezüglich der Güte des kühlenden bzw. wärmeisolierenden Heizausgleiches ist dies personalabhängig, d. h. vom Ausbildungsgrad und der momentanen Verfassung oder Befindlichkeit des mit der Aufgabe betrauten Mitarbeiters abhängig. Im Hinblick auf den Verwendungszweck, z. B. der Durchführung einer Vor-Ort-Reparatur an Flugzeugen, muss eine enge Parametertoleranz der Bearbeitung eingehalten werden, da hier eine höchste Betriebssicherheit erforderlich ist.

**[0005]** Als Stand der Technik wird die US 6 270 603 B1 benannt.

**[0006]** Weiterhin ist nach der DE 69620016 T2 ein Reparatursystem für Verbundmaterial mit Klammern insbesondere bei der Anwendung an Flugzeugteilen bekannt, welches aber nur Fertigungsschritte betrifft, die keiner mit der Fertigung einhergehenden Kontrolle unterliegen.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung und Reparatur von Faserverbund- und Metallkompositteilen zu entwickeln, das in Bezug auf die angewandte Klebe- und Laminierertechnik höchsten Sicherheitsansprüchen genügt.

**[0008]** Dies wird dadurch erreicht, dass jeder Heizmatte ein separater Temperaturkontroll-Messfühler und ein separater Temperaturregel-Messfühler zugeordnet wird, wobei jede Heizmatte, unabhängig von den anderen am Bauteil angeordneten Heizmatten, mittels der Hot-Bonder-Steuerungseinheit mit entsprechender Hardware und einer auf eine gleichmäßige Beheizung und damit auf gleichmäßige Wärmelandschaft abgestimmte Software versorgt und mit der zur Einhaltung der vorgegebenen Temperatur-Zeit-Parameter nötigen Energie beaufschlagt wird. Derart wird der Fertigungs- bzw. Reparaturprozess geregelt, so dass die Aushärteparameter, d. h. die Laminier- bzw. Klebeparameter eingehalten werden. Dies verhindert neben unzureichenden Festigkeits- und Dehnkennwerten zusätzliche schädliche Materialspannungen und daraus folgende Mikrorisse, wie sie durch fertigungsbedingte Zonen unterschiedlicher, d. h. schädlicher Wärmepotentiale auftreten können (Unterhärtung bzw. Überhärtung).

**[0009]** Auf diese Weise werden vorgegebene Ausfallmöglichkeiten vermieden. Verallgemeinernd kann somit festgestellt werden, dass das erfinderische Verfahren nunmehr Schäden ausschließt, die Verlust von Mensch und Material umfassen, insbesondere auch deshalb, weil die Herstellungs- und Reparaturvorgänge mit herkömmlichen Hot Bondern weitgehend an die persönliche Qualität des Mitarbeiters gekoppelt sind.

**[0010]** Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal der Erfindung wird mittels der Hot-Bonder-Steuerungseinheit für jede Heizmatte die graphische Darstellung der Ist-Temperatur im jeweiligen Rampen-Toleranz-Diagramm mit den zulässigen höchsten und tiefsten Temperatur-Zeitparametern dokumentiert. Die graphische Darstellung erlaubt die Beobachtung der Arbeitsparameter, wodurch die Qualität der Arbeit kontrolliert und dementsprechend gesichert wird. Beim Überschreiten der vorgegebenen Toleranzwerte wird ein akustischer und/oder optischer Alarm ausgelöst.

**[0011]** Im Hinblick auf die vorrichtungsgemäße Gestaltung der Erfindung weist die komplette Einheit eine Programmeingabe mit Bildschirm, die Hot-Bonder-Steuerungseinheit, einen Drucker, eine Vakuumfolie, die Heizmatten, die Temperaturkontroll-Messfühler, die Temperaturregel-Messfühler, einen Mess- und Regelverteiler und einen Heizungsverteiler auf.

**[0012]** Diese Zusammenstellung ist dahingehend besonders sinnvoll, dass die Anordnung der bezeich-

neten Teile die Qualität des Arbeitsvorganges und die Erhöhung der Sicherheit sowie die Verbesserung des Gesamtergebnisses gewährleistet. Die Zusammenstellung der Teile erlaubt wegen der dadurch möglichen Beweglichkeit einen Einsatz im Herstellungs- und Reparaturbetrieb als auch vor Ort am Gesamtobjekt z. B. Flugzeug am Landeplatz. Derart kann kurzfristig entschieden werden, ob im Reparaturfall das Bauteil zur Werkstatt eingeliefert wird, oder direkt ohne Ausbau, am Flugzeug bearbeitet werden kann.

**[0013]** Die Erfindung ist anhand eines Beispiels dargestellt.

**[0014]** Es zeigen:

**[0015]** [Fig. 1](#): Eine schematische Darstellung des Hot Bonders mit seinen Zubehörteilen

**[0016]** [Fig. 2](#): Eine schematische Darstellung der Anzeigegraphik auf dem Bildschirm bzw. des dementsprechenden Kontroll-Dokuments aus dem Drucker

**[0017]** Nach [Fig. 1](#) werden die erforderlichen Daten für die Arbeitsparameter über die Programmeingabe mit dem Bildschirm **1** eingegeben und an die Hot-Bonder-Steuerungseinheit **2** weitergegeben. Das in der Hot-Bonder-Steuerungseinheit enthaltene Computer-Programm überwacht, misst und steuert den Vakuumdruck unter der Vakuumfolie **4**, die mit dem Mess- und Regelverteiler **9** verbunden ist. Dergleichen wird für jedes Heizelement **5** durch die Regelungs-Messfühler **7** und die Kontroll-Messfühler **6** über den Mess- und Regelverteiler **9** der Temperaturparameter erfasst und gesteuert, wobei der Heizungsverteiler **10** für die Einhaltung der erforderlichen Heizungsenergie von der Hot-Bonder-Steuerungseinheit angesteuert wird. Dementsprechend werden an jedem Ort der Reparaturstelle **8**, an dem sich ein Heizelement **5** befindet, die Temperatur-Zeit- und die Druck-Zeit-Parameter eingehalten. Die Anordnung der Teile erfolgt derart, dass die Heizelemente **5**, die Kontroll-Messfühler **6** und die Regel-Messfühler **7** lagenförmig auf die Reparatur-Stelle **8** gelegt werden und mit der Vakuum-Folie **4** luftdicht überdeckt werden. Die Arbeitsparameter können mittels Drucker **3** als Arbeitsprotokoll dokumentiert werden.

**[0018]** Nach [Fig. 2](#) werden die grafischen Darstellungen der Ist-Temperaturen in den jeweiligen Rampen-Toleranzdiagrammen gezeigt, die für die Heizmatten zutreffen. Für jede Matte gilt ein Ist-Temperatur- und ein Soll-Temperatur-Diagramm, das je nach den erforderlichen Arbeitstemperaturen beispielsweise als Rampendiagramm mit dem oberen und dem unteren Toleranzgrenzbereich dargestellt ist. Innerhalb dieser Temperatur-Zeit-Grenzkurven ist der Ver-

lauf des Soll-Temperaturwertes bzw. des Ist-Temperaturwertes zeitlich verlaufend dargestellt. Ein Über- bzw. Unterschreiten der Temperatur-Zeit-Grenzkurven löst ein Alarmsignal aus; diese Art der Darstellung erlaubt die ständige Beobachtung des Verlaufs der Temperaturdaten auf einem Bildschirm und letztlich die Ausgabe als Arbeitsprotokoll auf einem Drucker.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Programmeingabeeinheit mit Bildschirm
<b>2</b>	Hot Bonder-Steuerungseinheit
<b>3</b>	Drucker
<b>4</b>	Vakuumfolie
<b>5</b>	Heizmatte (Heizelemente)
<b>6</b>	Kontroll-Messfühler
<b>7</b>	Regelungs-Messfühler
<b>8</b>	Bauteil bzw. Reparaturstelle
<b>9</b>	Mess- und Regelverteiler
<b>10</b>	Heizungsverteiler

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung und Reparatur von Faserverbund- und Metallkompositbauteilen, insbesondere Flugzeugbauteilen, mittels Klebe- und Laminierertechnik unter Einsatz von Hot-Bonder-Steuerungseinheiten, also Vorrichtungen für die Verwendung von geregelterm Unterdruck und geregelten elektrischen Wärmequellen wie Wärmematten, Wärmelampen und dergleichen, wobei das Bauteil in Abhängigkeit von seiner Form, seinen Abmessungen, seines Materials und seiner Materialstärke mit mehreren Heizmatten versehen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Heizmatte (**5**) ein separater Temperaturkontroll-Messfühler (**6**) und ein separater Temperaturregel-Messfühler (**7**) zugeordnet wird, wobei jede Heizmatte (**5**), unabhängig von den anderen am Bauteil (**8**) angeordneten Heizmatten (**5**), mittels der Hot-Bonder-Steuerungseinheit (**2**) mit entsprechender Hardware und einer auf eine gleichmäßige Beheizung und damit auf eine gleichmäßige Wärmelandschaft abgestimmte Software versorgt und mit der zur Einhaltung der vorgegebenen Temperatur-Zeit-Parameter nötigen Energie beaufschlagt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hot-Bonder-Steuerungseinheit für jede Heizmatte (**5**) die grafische Darstellung der Ist-Temperaturen in den jeweiligen Rampen-Toleranzdiagrammen mit den zulässigen höchsten und tiefsten Temperatur-Zeitparametern dokumentiert.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die komplette Einheit eine Programmeingabe mit Bildschirm (**1**), die Hot-Bonder-Steuerungseinheit (**2**), einen Drucker (**3**), eine Vakuumfolie (**4**), die Heiz-

matten (5), die Temperaturkontroll-Messfühler (6), die Temperatur-Messfühler (7), einen Mess- und Regelverteiler (9) und einen Heizungsverteiler (10) aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die komplette Einheit beweglich ist und sowohl im Herstellungs- oder Reparaturbetrieb, als auch vor Ort am gesamten Objekt z. B. Flugzeug einsetzbar ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

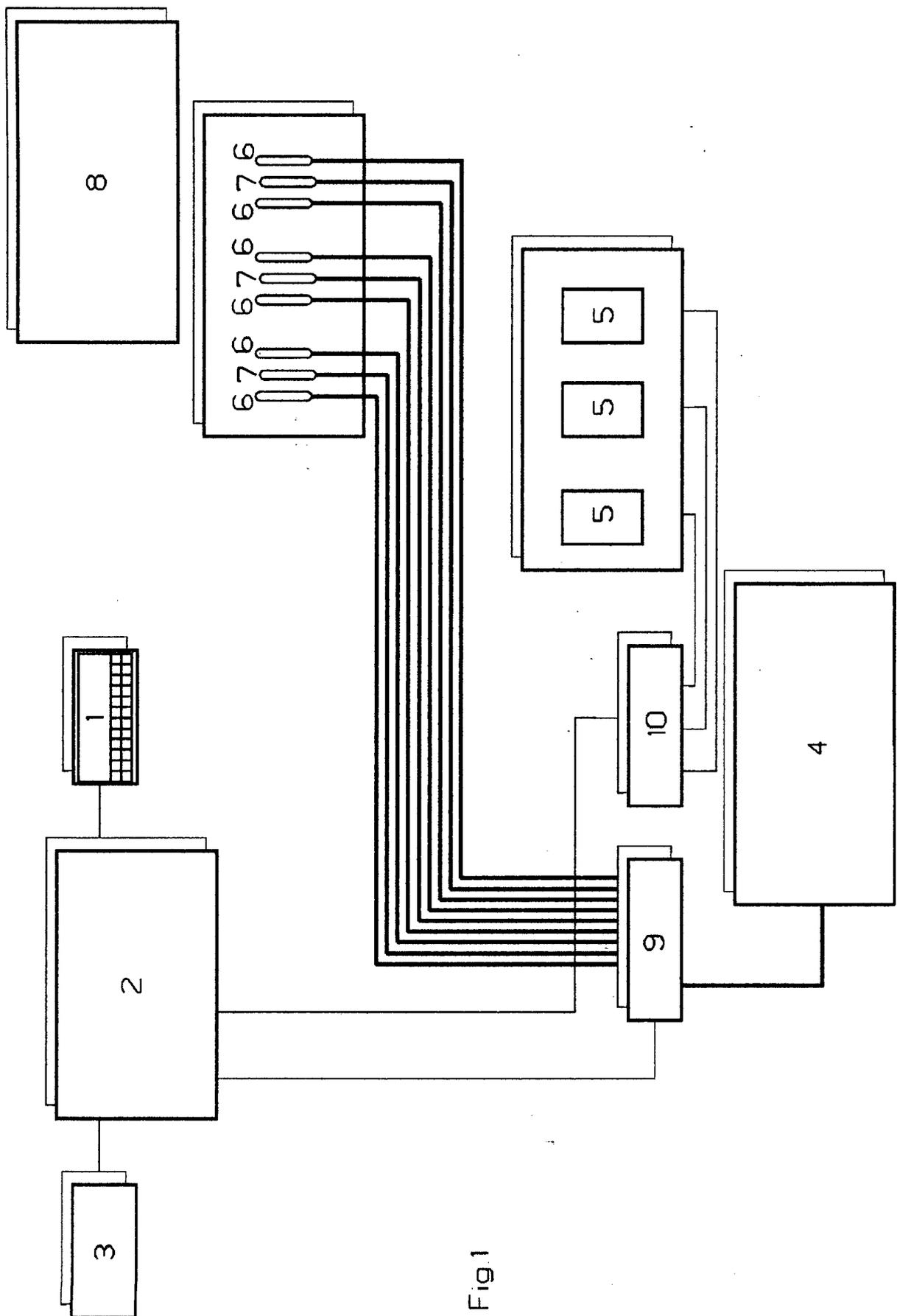


Fig.1

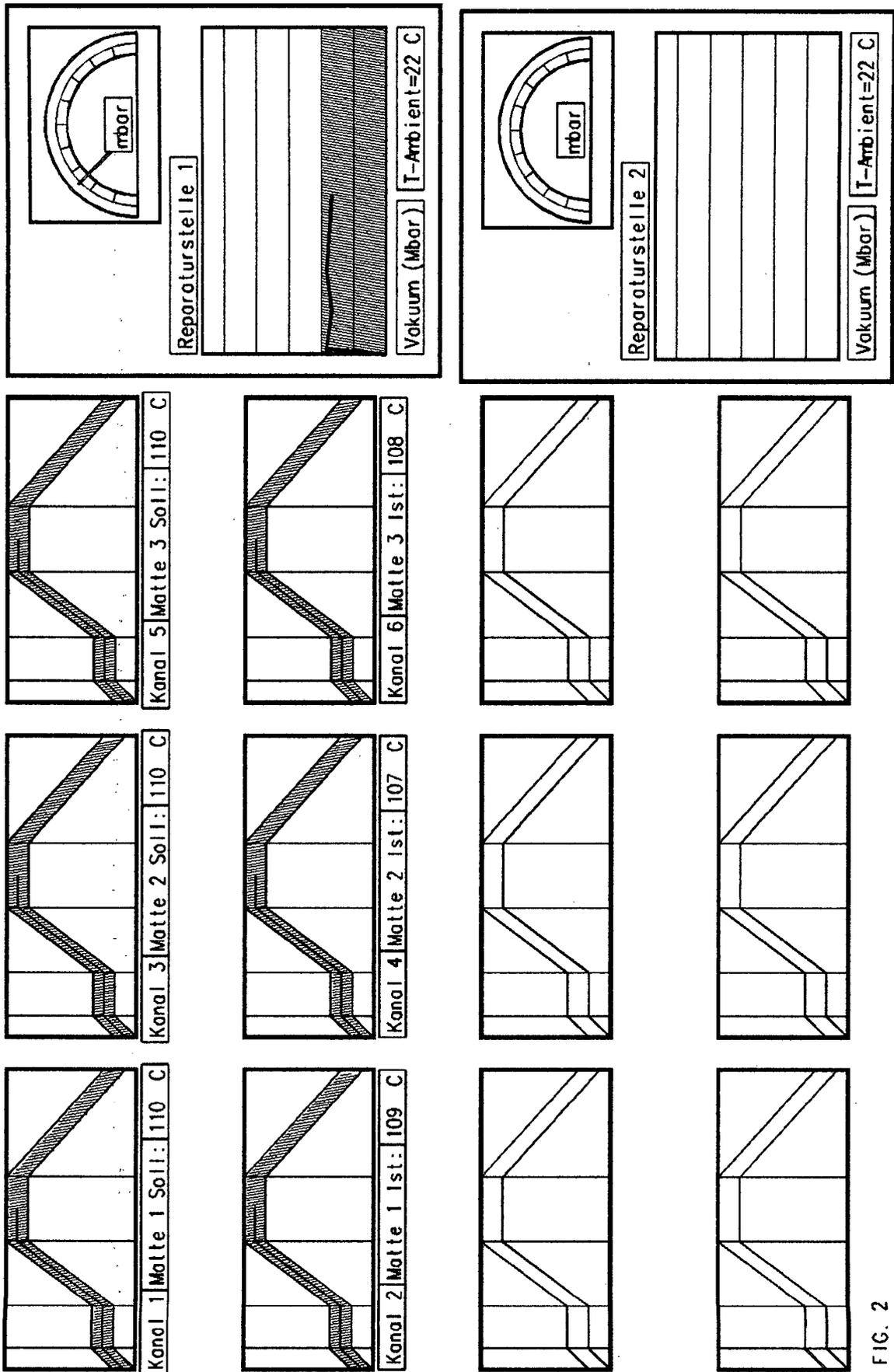


FIG. 2