

一种区域化透皮离子电渗给药系统

技术领域

5 本发明涉及一种医疗器械领域，具体涉及一种区域化透皮离子电渗给药系统。

背景技术

爱美是人类，尤其是广大女性的通病，随着经济水平的逐年提升，越来越多的女性对于自身的外貌显得分外重视。而其中，护肤作为爱美的重要组成部分，占据着女性美容消费的多半壁江山。护肤在现代已经成为一门学问。

随着人们对健康的追求日益高涨和皮肤医学的高速发展，带有更高安全性和有效性的医学护肤品已经成为不可阻挡的一股潮流。

传统的透皮离子电渗给药技术的主要目的是把药物穿过皮肤传递到血液里，对于药物透过皮肤的途径则没有特别的要求。因此，传统的透皮给药系统具有两个面积较大的电极，并使用两个电极间的电压来引起电流流动以导入药物。但是考虑到电流总是以电阻最小的路径流动的特性，给药电流非常可能只集中在大电极的某些小面积里。因此，目前的技术无法保证透皮给药的均匀度。

在美容领域，均匀地给皮肤补充营养和滋润至关重要。以面部皮肤为例，一般用户的T字部位(额头，鼻子)会相对比较油腻，毛孔粗大。如使用大电极覆盖整个脸部以实现透皮给药面膜，给药电流则会选择性避开电阻较高的区域，造成非常不均匀的给药分布。此外，当用户皮肤有伤口，给药电流则可能集中在伤口处，不但刺激伤口，也同时减少了给药到其他区域的能力。

综上，为解决以上所提到面部皮肤肤质差异较大导致给药不均匀的问题，本领域迫切需要开发一种可区域性控制透皮给药量、透皮给药深度、和透皮给药速度的区域化透皮离子电渗给药系统。

发明内容

本发明的目的是提供一种可区域性控制透皮给药量、透皮给药深度、和透皮给药速度的区域化透皮离子电渗给药系统。

在本发明的第一方面，提供了一种区域化透皮离子电渗给药系统包括：

(a) 电极组件阵列，所述的电极组件阵列包括 N 个电极组件，且 $N \geq 3$ ；每个电极组件包括一个电极；以及

5 (b) M 个电源，所述的电源用于向相应的电极或电极对提供电流，其中， M 为 $1 \sim C(N, 2)$ 的正整数，其中 $C(N, 2)$ 代表“ N 选取 2”的组合；

其中，所述电极组件阵列中至少 2 个电极设有载有带电荷的活性剂的介质，在所述电流与所述活性剂极性相同的时间段上，所述电流将所述活性剂推斥到皮肤层。

10 在另一优选例中，所述的电极数量 N 为偶数，所述的电源数量 M 为 $2 \sim N/2$ 的正整数。

在另一优选例中，用所述的 M 个电源给所述电极组件阵列供电采用以下方式：
一个或多个电源；以及
多个电流驱动组件。

15 在另一优选例中，用所述的 M 个电源给所述电极组件阵列供电采用以下方式：
一个或多个电源；以及
一个开关矩阵或多路复用器。

在另一优选例中，用所述的 M 个电源给所述电极组件阵列供电采用以下方式：
一个或多个电源；

20 一个或多个电流驱动组件；
一个开关矩阵或多路复用器。

在另一优选例中，所述的电源将同时向其相应的电极或电极对提供电流。

在另一优选例中，所述的电源将依次向其相应的电极或电极对提供电流。

在另一优选例中，所述的电源可在不同的时间段向其相应的电极或电极对提
25 供电流。

在另一优选例中，其中所述的每个电极组件包括一个相应的接触层；其中，所述接触层用于储存所述包含活性剂的介质并与电极流体连通。

在另一优选例中，每个电极各自独立地设有单独的接触层。

在另一优选例中，多个电极共享一个接触层。

在另一优选例中，所述的电极组件阵列中的每个电极组件包括一个连接器，所述连接器将所述电极组件连接到其相应电源。

在另一优选例中，所述连接器将所述电极组件连接到其相应的电流驱动组件。

在另一优选例中，所述连接器将所述电极组件连接到其相应的开关矩阵或多

5 路复用器。

在另一优选例中，所述电流为直流电流。

在另一优选例中，所述电流为交流电流。

在另一优选例中，所述交流电流具有一个或多个选自下组的特征：

(i))周期为 1 秒-30 分钟，较佳地 1 秒-15 分钟，更佳地 1 秒-10 分钟，最佳地 1 秒-5 分钟。

(ii) 波形为介于大值和最小值之间的基本波形，包括攀升时间段，在此时间段中所述电流从最小值增大到最大值，或从最大值降低到最小值。

(iii) 占空比为 5%-95%，较佳地为 10-80%，更佳地 20-70%。

在另一优选例中，在工作时，在任何一个工作电极对之间的电流为 0.01-4mA。

15 在另一优选例中，所述电极组件阵列包括：

第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列，其对应于脸部的鼻子区域；和

第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列，其对应于脸部的额头区域，脸颊区域和下巴区域。

在另一优选例中，所述的第 I 电极组件对是非阵列形式。

20 在另一优选例中，所述的第 I 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在另一优选例中，所述的第 II 电极组件对是非阵列形式。

在另一优选例中，所述的第 II 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在另一优选例中，所述电极组件阵列包括：

第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列，其对应于脸部的鼻子区域；

25 第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列，其对应于脸部的额头区域；和

第 III 电极组件对或第 III 电极组件子阵列，其对应于脸部的脸颊区域和下巴区域。

在另一优选例中，所述的第 I 电极组件对是非阵列形式。

在另一优选例中，所述的第 I 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

- 在另一优选例中，所述的第 II 电极组件对是非阵列形式。
- 在另一优选例中，所述的第 II 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。
- 在另一优选例中，所述的第 III 电极组件对是非阵列形式。
- 在另一优选例中，所述的第 III 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。
- 5 在另一优选例中，所述电极组件阵列包括：
- 第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列，其对应于脸部的鼻子区域；
- 第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列，其对应于脸部的额头区域；
- 第 III 电极组件对或第 III 电极组件子阵列，其对应于脸部的脸颊区域；和
- 第 IV 电极组件对或第 IV 电极组件子阵列，其对应于脸部的下巴区域。
- 10 在另一优选例中，所述的第 I 电极组件对是非阵列形式。
- 在另一优选例中，所述的第 I 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。
- 在另一优选例中，所述的第 II 电极组件对是非阵列形式。
- 在另一优选例中，所述的第 II 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。
- 在另一优选例中，所述的第 III 电极组件对是非阵列形式。
- 15 在另一优选例中，所述的第 III 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。
- 在另一优选例中，所述的第 IV 电极组件对是非阵列形式。
- 在另一优选例中，所述的第 IV 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。
- 在另一优选例中，所述电极组件阵列包括：
- 第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列，其对应于脸部的鼻子区域；
- 20 第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列，其对应于脸部的额头区域；
- 第 IIIa 电极组件对或第 IIIa 电极组件子阵列，其对应于脸部的左脸颊区域和左下巴区域；和
- 第 IIIb 电极组件对或第 IIIb 电极组件子阵列，其对应于脸部的右脸颊区域和右下巴区域。
- 25 在另一优选例中，所述的第 I 电极组件对是非阵列形式。
- 在另一优选例中，所述的第 I 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。
- 在另一优选例中，所述的第 II 电极组件对是非阵列形式。
- 在另一优选例中，所述的第 II 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。
- 在另一优选例中，所述的第 IIIa 电极组件对是非阵列形式。

在另一优选例中, 所述的第 IIIa 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在另一优选例中, 所述的第 IIIb 电极组件对是非阵列形式(如仅包括 2 个电极组件)。

在另一优选例中, 所述的第 IIIb 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

5 在另一优选例中, 所述电极组件阵列包括:

第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列, 其对应于脸部的鼻子区域;

第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列, 其对应于脸部的额头区域;

第 IIIa 电极组件对或第 IIIa 电极组件子阵列, 其对应于脸部的左脸颊区域;

第 IIIb 电极组件对或第 IIIb 电极组件子阵列, 其对应于脸部的右脸颊区域;

10 和

第 IV 电极组件对或第 IV 电极组件子阵列, 其相应于脸部的下巴区域。

在另一优选例中, 所述的第 I 电极组件对是非阵列形式。

在另一优选例中, 所述的第 I 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在另一优选例中, 所述的第 II 电极组件对是非阵列形式。

15 在另一优选例中, 所述的第 II 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在另一优选例中, 所述的第 IIIa 电极组件对是非阵列形式。

在另一优选例中, 所述的第 IIIa 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在另一优选例中, 所述的第 IIIb 电极组件对是非阵列形式。

在另一优选例中, 所述的第 IIIb 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

20 在另一优选例中, 所述的第 IV 电极组件对是非阵列形式。

在另一优选例中, 所述的第 IV 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在另一优选例中, 在所述 N 个电极中, $\geq 50\%$ 电极是可重新配置的, 可在运行时改变其相应的电极和电源配对。

25 在所述 N 个电极中, 较佳地 $\geq 70\%$, 更佳地 $\geq 90\%$, 最佳地 $\geq 95\%$ (如 100%) 的电极是可重新配置的。

在另一优选例中, 所述的电极阵列中的任何一个电极均连接于一个半桥驱动电路(HBD)并受所述半桥驱动电路的驱动。这样, 可以实现多个可独立控制的电源以及电极可重新配置的特性。

在另一优选例中, 所述的半桥驱动电路包括至少两个晶体管。

在另一优选例中，所述的半桥驱动电路还包括：设置于高电压侧的电流传感器；和/或设置于低电压侧的电流传感器。

在另一优选例中，所述的系统还包括一控制器，所述控制器用于控制所述电源向所述电极组件阵列的供电。

- 5 在另一优选例中，所述的“控制所述电源向所述电极组件阵列的供电”包括控制供电的电压、供电的电流、供电的波形、供电的时间、或其组合。

在另一优选例中，所述的系统还包括：开关矩阵或多路复用器，其设置于电源与电极组件阵列之间。

在另一优选例中，所述的电极的形状选自下组：圆柱体、长方体或其组合。

- 10 在另一优选例中，所述的电极具有相同或不同的外表面积。

在另一优选例中，所述的各电极的外表面积为：0.5-50cm²，较佳地 1-40cm²；更佳地 5-30cm²。

在另一优选例中，两个相邻的电极与电极之间的隔开距离为 0.01-5cm，较佳地 0.1-1cm。

- 15 在另一优选例中，所述的电极具有选自下组的材料：金属、合金、或导电碳材料。

在另一优选例中，所述的系统为电子面膜。

在另一优选例中，所述的电极组件矩阵中的电极的接触层构成的接触面与脸部外表面是适形的。

- 20 在另一优选例中，所述的系统基于脸部的采集数据，配置电极组件矩阵的电极和/或控制电极的工作状态。

在另一优选例中，所述的数据选自下组：皮肤水分含量、皮肤酸碱度、皮脂分泌含量、皮肤的受损情况、皮肤老化程度、皮肤粗糙程度、皮肤生物抗阻分析或其组合。

25

在本发明的第二方面，提供了一种区域化透皮离子电渗给药方法，包括步骤：采用本发明第一方面中所述的区域化透皮离子电渗给药系统进行透皮离子电渗给药。

在另一优选例中，所述的透皮离子电渗给药是对选自下组的部位：脸部、颈

部、手部、腿部、脚部、或其组合。

在另一优选例中，所述方法为美容方法。

在另一优选例中，所述方法是非治疗性方法。

在另一优选例中，所述的透皮离子电渗给药是对无生命的物体或身体进行。

5

应理解，在本发明范围内中，本发明的上述各技术特征和在下文(如实施例)中具体描述的各技术特征之间都可以互相组合，从而构成新的或优选的技术方案。限于篇幅，在此不再一一累述。

10 附图说明

图 1 显示了独立电流驱动组件示意图；此实例能同时驱动所有电极组件对和/或电极组件子阵列。

图 2 显示了用开关矩阵或多路复用器共享一个电源或电流驱动组件示意图；此实例在任一时段仅能驱动一个电极组件对或一组电极组件子阵列。

15 图 3 显示了用开关矩阵或多路复用器共享 K 个电源或电流驱动组件示意图；此实例在任一时段仅能驱动 K 个有效电极组件对，其中有效电极对可为电极组件对或电极组件子阵列。

图 4 显示了采用一对电极进行护肤的传统面膜。

20 图 5 显示为使用现有仅有一对电极覆盖整个脸部的传统电子面膜后的透皮给药分布示意图；因皮肤状况的不同，给药电流会选择性避开电阻较高的区域，造成不可控制且不均匀的给药分布。

图 6a 显示了本发明一个实例的面膜划分为：鼻子区域、以及额头+脸颊+下巴区域。图中，电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域，电极组件对 (2, 2') 针对额头+脸颊+下巴区域。

25 图 6b 显示了本发明一个实例的面膜划分为：鼻子区域、额头区域、以及脸颊+下巴区域。图中，电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域，电极组件对 (2, 2') 针对额头区域，电极组件对 (3, 3') 针对脸颊+下巴区域。

图 6c 显示了本发明一个实例的面膜划分为：鼻子区域、额头区域、脸颊区域以及下巴区域。图中，电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域，电极组件对

(2, 2') 针对额头区域, 电极组件对 (3, 3') 针对脸颊区域, 电极组件对 (4, 4') 针对下巴区域。

图 6d 显示了本发明一个实例的面膜划分为: 鼻子区域、额头区域, 左脸颊+左下巴区域、以及右脸颊+右下巴区域。图中, 电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域, 电极组件对 (2, 2') 针对额头区域, 电极组件对 (3a, 3a') 针对左脸颊+左下巴区域, 电极组件对 (3b, 3b') 针对右脸颊+右下巴区域。

图 6e 显示了本发明一个实例的面膜划分为: 鼻子区域、额头区域, 左脸颊区域、右脸颊区域以及下巴区域。图中, 电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域, 电极组件对 (2, 2') 针对额头区域, 电极组件对 (3a, 3a') 针对左脸颊区域, 电极组件对 (3b, 3b') 针对右脸颊区域, 电极组件对 (4, 4') 针对下巴区域。

图 7 显示了使用本发明实现区域化透皮给药控制, 实现在面部均匀的给药分布示意图。

图 8a 显示了本发明一个实例的面膜, 其中的电极阵列由子电极矩阵组成。
图 8b 显示本发明一个实例中, 由子电极矩阵形成四对有效电极的面膜示意图。其中电极组件子阵列 (1, 1') 针对鼻子区域, 电极组件子阵列 (2, 2') 针对额头区域, 电极组件子阵列 (3a, 3a') 针对左脸颊+左下巴区域, 电极组件子阵列 (3b, 3b') 针对右脸颊+右下巴区域。

图 8c 显示本发明一个实例中, 由子电极矩阵形成四对有效电极的面膜示意图。其中电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域, 电极组件对 (2, 2') 针对额头区域, 电极组件对 (3a, 3a') 针对左脸颊+左下巴区域, 电极组件对 (3b, 3b') 针对右脸颊+右下巴区域。此外, 用 “x” 标示的电极, 是对应于伤口等不宜给药的区域, 其电极被设置为 “不工作”。

图 9 显示了本发明一个实例中包括部分由子电极矩阵组成的面膜示意图, 其中包括, 电极组件子阵列 (1, 1') 针对鼻子区域; 电极组件对 (2, 2') 针对额头区域; 电极组件子阵列 (3a, 3a') 针对左脸颊+左下巴区域, 电极组件子阵列 (3b, 3b') 针对右脸颊+右下巴区域。

图 10 显示了在本发明一个实例中, 电极组件中的每个电极各自独立地设有单独的接触层。

图 11 显示了在本发明一个实例中，电极组件中的多个电极共享一个接触层。

具体实施方式

5 本发明人经过广泛而深入的研究，首次开发了一种区域化透皮离子电渗给药系统，该系统可区域性控制(或调控)透皮给药量、透皮给药深度、和透皮给药速度等众多不同参数。在结构上，本发明的区域化透皮离子电渗给药系统通过特殊特定的电极组件阵列（该阵列具有多个电极），可根据用户皮肤的水分含量、皮肤酸碱度、和皮脂分泌含量的因素，精确而高效地控制透皮给药量、
10 透皮给药深度、透皮给药速度，从而实现精确或个性化透皮给药或美容。在此基础上完成了本发明。

术语

如本文所用，术语“电极组件”指由电极和其相应的皮肤接触层构成的一个组件。
15 个组件。

如本文所用，术语“电极组件对”指由两个电极组件构成的一对组件对。

如本文所用，术语“电极组件阵列”指由至少 3 个电极组件，或超过一对电极组件所构成的阵列。

如本文所用，术语“电极组件子阵列”指由至少 3 个电极组件，或超过一对电极组件所构成的子阵列。一个或多个子阵列可以构成一个大的阵列。
20 对电极组件所构成的子阵列。一个或多个子阵列可以构成一个大的阵列。

如本文所用，“ $C(N, 2)$ ”指从 N 个元素中选取 2 个元素的总组合数为，即 $(N!) / (2! * (N-2)!)$ 。

区域化透皮离子电渗给药系统

25 本发明提供了一种区域化透皮离子电渗给药系统，它包括：

(a) 电极组件阵列，所述的电极组件阵列包括 N 个电极组件，且 $N \geq 3$ ；每个电极组件包括一个电极；以及

(b) M 个电源，所述的电源用于向相应的电极或电极对提供电流，其中， M 为 $1 \sim C(N, 2)$ 的正整数，其中 $C(N, 2)$ 代表“ N 选取 2”的组合；

其中，所述电极组件阵列中至少 2 个电极设有载有带电荷的活性剂的介质，在所述电流与所述活性剂极性相同的时间段上，所述电流将所述活性剂推斥到皮肤层。

- 其中，如所述的电极数量 N 为偶数，所述的电源数量 M 可为 $2 \sim N/2$ 的正整数，
- 5 所述的电极的形状选自下组：圆柱体、长方体或其组合。

在本发明中，所述的电极具有相同或不同的外表面积。典型地，所述的一个或多个或全部的电极的外表面积为： $0.5-50\text{cm}^2$ ，较佳地 $1-40\text{cm}^2$ ；更佳地 $5-30\text{cm}^2$ ；

在本发明中，两个相邻电极与电极之间的隔开距离没有特别限制，通常为 $0.01-5\text{cm}$ ，较佳地 $0.1-1\text{cm}$ 。

- 10 在本发明中，所述的电极可采用常规的电极材料制成。代表性的电极材料包括(但并不限于)：金属、合金、导电碳材料、或其组合。

本发明的系统还包括一控制器，所述控制器用于控制所述电源向所述电极组件阵列的供电。所述的“控制所述电源向所述电极组件阵列的供电”包括控制供电的电压、供电的电流、供电的波形、供电的时间、或其组合。

- 15 此外，本发明系统还可包括：一个或多个开关矩阵或多路复用器，其被设置于电源与所述电极组件阵列之间。

优选地，在所述 N 个电极中， $\geq 50\%$ 的电极是可重新配置的，可在运行时改变其相应的电极和电源配对；较佳地 $\geq 70\%$ ，更佳地 $\geq 90\%$ ，最佳地 $\geq 95\%$ (如 100%) 的电极是可重新配置的。

- 20 本发明的系统可以根据应用场合，制成不同的形式。一类典型的形式是面膜形式，即电子面膜形式。在本发明中，电子面膜可以覆盖全部、绝大部分、或一部分脸部区域。

以人为例，脸部区域主要包括以下子区域，例如鼻子区域、额头区域、脸颊区域和下巴区域。其中，每个子区域还可进一步分为左侧子区域和右侧子区域。

25

电源实现方式

在本发明中，用电源给电极组件阵列供电可采用多种方式实现，

典型地，用所述的 M 个电源给所述电极组件阵列供电采用以下方式：

方式一：一个或多个电源；以及多个电流驱动组件；

方式二：一个或多个电源；以及一个开关矩阵或多路复用器；

方式三：一个或多个电源；一个或多个电流驱动组件；以及一个开关矩阵或多路复用器。

其中，所述的电源将同时向其相应的电极或电极对提供电流。

5 所述的电源将依次向其相应的电极或电极对提供电流。

所述的电源可在不同的时间段向其相应的电极或电极对提供电流。

在本发明中，用于本发明系统的电流为直流电流或交流电流、或兼而有之。

在本发明中，无论是直流电还是交流电，均可根据需要，通过设置合适的电压、电流、和通电时间等参数，从而安全、有效、精准地实现透皮给药或美容目的。

10 在本发明中，对于交流电流而言，宜具有一个或多个选自下组的特征：

(i) 周期为 1 秒-30 分钟，较佳地 1 秒-15 分钟，更佳地 1 秒-10 分钟，最佳地 1 秒-5 分钟；

(ii) 波形为介于大值和最小值之间的基本波形，包括攀升时间段，在此时间段中所述电流从最小值增大到最大值，或从最大值降低到最小值。

15 (iii) 占空比为 5%-95%，较佳地为 10-80%，更佳地 20-70%。

优选地，当本发明系统工作时，任何一个工作电极对之间的电流宜为 0.01-4mA。

电极组件

20 所述的每个电极组件包括一个相应的接触层；所述接触层用于储存包含活性剂的介质并与电极流体连通。

在本发明中，如图 10 所示，每个电极均可设有独立的接触层；或如图 11 所示，采用多个电极共享一个接触层。

25 电极组件阵列

所述的电极组件阵列中的每个电极组件包括一个连接器，所述连接器将所述电极组件连接到其相应电源。其中，所述连接器将所述电极组件连接到其相应的电流驱动组件，所述连接器将所述电极组件连接到其相应的开关矩阵或多路复用器。

在本发明的一个实例中，以图 6a 为代表，所述电极组件阵列可包括：

第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列，其对应于脸部的鼻子区域；和

第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列，其对应于脸部的额头区域，脸颊区域和下巴区域。

其中，所述的第 I 电极组件对是非阵列形式，所述的第 I 电极组件子阵列包
5 括 ≥ 3 个电极组件。

所述的第 II 电极组件对是非阵列形式。，所述的第 II 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在本发明的一个实例中，以图 6b 代表，所述电极组件阵列可包括：

第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列，其对应于脸部的鼻子区域；

10 第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列，其对应于脸部的额头区域；和

第 III 电极组件对或第 III 电极组件子阵列，其对应于脸部的脸颊区域和下巴区域。

其中，所述的第 I 电极组件对是非阵列形式，所述的第 I 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

15 所述的第 II 电极组件对是非阵列形式，所述的第 II 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

所述的第 III 电极组件对是非阵列形式，所述的第 III 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在本发明的一个实例中，以图 6c 为代表，所述电极组件阵列还可包括：

20 第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列，其对应于脸部的鼻子区域；

第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列，其对应于脸部的额头区域；

第 III 电极组件对或第 III 电极组件子阵列，其对应于脸部的脸颊区域；和

第 IV 电极组件对或第 IV 电极组件子阵列，其对应于脸部的下巴区域。

其中，所述的第 I 电极组件对是非阵列形式，所述的第 I 电极组件子阵列包
25 括 ≥ 3 个电极组件。

所述的第 II 电极组件对是非阵列形式，所述的第 II 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

所述的第 III 电极组件对是非阵列形式，所述的第 III 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

所述的第 IV 电极组件对是非阵列形式，所述的第 IV 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在本发明的一个实例中，以图 6d 为代表，所述电极组件阵列也可以包括：

第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列，其对应于脸部的鼻子区域；

5 第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列，其对应于脸部的额头区域；

第 IIIa 电极组件对或第 IIIa 电极组件子阵列，其对应于脸部的左脸颊区域和左下巴区域；和

第 IIIb 电极组件对或第 IIIb 电极组件子阵列，其对应于脸部的右脸颊区域和右下巴区域。

10 其中，所述的第 I 电极组件对是非阵列形式，所述的第 I 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件；

所述的第 II 电极组件对是非阵列形式，所述的第 II 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

15 所述的第 IIIa 电极组件对是非阵列形式，所述的第 IIIa 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

所述的第 IIIb 电极组件对是非阵列形式，所述的第 IIIb 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在本发明的一个实例中，以图 6e 为代表，所述电极组件阵列还包括：

20 第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列，其对应于脸部的鼻子区域；

第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列，其对应于脸部的额头区域；

第 IIIa 电极组件对或第 IIIa 电极组件子阵列，其对应于脸部的左脸颊区域；

第 IIIb 电极组件对或第 IIIb 电极组件子阵列，其对应于脸部的右脸颊区域；

和

25 第 IV 电极组件对或第 IV 电极组件子阵列，其相应于脸部的下巴区域。

其中，所述的第 I 电极组件对是非阵列形式，所述的第 I 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

所述的第 II 电极组件对是非阵列形式，所述的第 II 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

在所述的第 IIIa 电极组件对是非阵列形式，所述的第 IIIa 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

所述的第 IIIb 电极组件对是非阵列形式，所述的第 IIIb 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

- 5 所述的第 IV 电极组件对是非阵列形式，所述的第 IV 电极组件子阵列包括 ≥ 3 个电极组件。

半桥驱动电路(HBD)

- 10 在本发明的一个实例中，以图 1 位代表，所述的电极阵列中的任何一个电极均连接于一个半桥驱动电路(HBD)并受所述半桥驱动电路的驱动。这样，可以实现多个可独立控制的电源以及电极可重新配置的特性。

在另一优选例中，所述的半桥驱动电路包括至少两个晶体管。

- 15 在另一优选例中，所述的半桥驱动电路还包括：设置于高电压侧的电流传感器；和/或设置于低电压侧的电流传感器。

面膜

本发明所述的系统为电子面膜，且所述的电极组件矩阵中的电极的接触层构成的接触面与脸部外表面是适形的。

- 20 在本发明中，所述的系统基于脸部的采集数据，配置电极组件矩阵的电极和/或控制电极的工作状态。且所述的数据选自下组：皮肤水分含量、皮肤酸碱度、皮脂分泌含量、皮肤的受损情况皮肤老化程度、皮肤粗糙程度、皮肤生物抗阻分析或其组合。

- 25 为了便于描述，以下结合附图进一步描述本发明。应理解，这些附图并不用于限定本发明范围。

现有的面膜如图 4 所示，其不能区域化的控制透皮给药；用户在使用现有面膜时，因皮肤状况的不同，给药电流会选择性避开电阻较高的区域，造成不可控制且不均匀的给药分布，活性剂在面部的分布如图 5 所示。

本发明的优化面膜能够针对个人或用户群体定制，区域化的透皮给药控制，

即可实现如图 7 所示的均匀给药分布示意图。

本发明的一个实例面膜如图 6a 所示，面膜中的电极组件分布划分为：电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域，电极组件对 (2, 2') 针对额头+脸颊+下巴区域。

5 本发明的一个实例面膜如图 6b 所示，面膜中的电极组件分布划分为：电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域，电极组件对 (2, 2') 针对额头区域，电极组件对 (3, 3') 针对脸颊+下巴区域。

本发明的一个实例面膜如图 6c 所示，面膜中的电极组件分布划分为：电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域，电极组件对 (2, 2') 针对额头区域，电极组件对 (3, 3') 针对脸颊区域，电极组件对 (4, 4') 针对下巴区域。

10 本发明的一个实例面膜如图 6d 所示，面膜中的电极组件分布划分为：电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域，电极组件对 (2, 2') 针对额头区域，电极组件对 (3a, 3a') 针对左脸颊+左下巴区域，电极组件对 (3b, 3b') 针对右脸颊+右下巴区域。

15 本发明的一个实例面膜如图 6e 所示，面膜中的电极组件分布划分为：电极组件对 (1, 1') 针对鼻子区域，电极组件对 (2, 2') 针对额头区域，电极组件对 (3a, 3a') 针对左脸颊区域，电极组件对 (3b, 3b') 针对右脸颊区域，电极组件对 (4, 4') 针对下巴区域。

本发明的一个实例面膜如图 8a 所示，面膜中的电极组件阵列由子电极组件矩阵组成。

20

本发明的主要优点包括：

(a) 可对预定区域进行透皮给药量、透皮给药深度、和/或透皮给药速度等进行精确控制，从而实现精确而均匀的给药(或给予美容活性成分)。

25 (b) 当用户的面部存在不适合给药的区域(如伤口)时，仍可对其他区域进行给药，并可最大程度地避免对用户不适合给药区域造成不利影响。

下面结合具体实施例，进一步阐述本发明。应理解，这些实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。下列实施例中未注明具体条件的实验方法，通常按照常规条件，或按照制造厂商所建议的条件。除非另外说明，否则

百分比和份数按重量计算。

实施例 1

区域化透皮离子电渗给药系统 No.1

5 在本实施例中，区域化透皮离子电渗给药系统包括一个电极组件阵列矩阵，所述的电极组件阵列，如图 8a 所示的电极组件分布，包括 56 个电极组件，每个电极组件包括一个电极，皮肤接触层，和连接器。

此外，所述的电极阵列中的任何一个电极均连接于一个 HBD（图 1 方式）并受所述半桥驱动电路的驱动。这样，可以实现多个可独立控制的电源以及电极可重新
10 配置的特性。本实例可控制任何两个电极之间的电流，最多可合成 1540（56 选取 2）个不同的电流源。

透皮离子电渗给药系统采用如图 8a 所示的面膜结构，使用时，可依照用户不同区域的皮肤状况（针对脸部不同区域采集的皮肤水分含量、皮肤酸碱度、
15 皮脂分泌含量、皮肤的受损情况皮肤老化程度、皮肤粗糙程度、皮肤生物抗阻分析的数据）来形成不同的有效电极组件对。其中，如图 8b 所示，一种常见的有效电极组件分布为：有效电极组件对（1，1'）针对鼻子区域；有效电极组件对（2，2'）针对额头区域；有效电极组件对（3a，3a'）针对左脸颊+左下巴区域；有效电极组件对（3b，3b'）针对右脸颊+右下巴区域。

采用该区域化控制的透皮离子电渗给药系统能够克服因皮肤状况的不同，
20 和给要电流会选择性避开电阻较高的区域的特性，所造成的不可控制且不均匀的给药分布，并实现如图 7 所示的均匀活性剂分布。区域化控制还能针对不同区域实现不同程度的给药，即优化用户脸部活性剂量的分布。

此外，如果用户皮肤上有伤口，独立控制的电极阵列也可以选择性避开伤口。如图 8c 所示，用“x”标示的电极，是对应于伤口等不宜给药的区域，并
25 且在其他电极工作时该用“x”标示的电极被设置为“不工作”。

实施例 2

区域化透皮离子电渗给药系统 No.2

在本实施例中，区域化透皮离子电渗给药系统包括一个电极组件阵列，所

述的电极组件阵列，如图 6d 所示的电极组件分布，包括 8 个电极组件，每个电极组件包括一个电极，皮肤接触层，和连接器。

此外，所述的电极阵列中的电极通过两个（4:1）的多路复用器连接（图 2 方式），并共享到一个电源。其中，电极组件 1、2、3a、和 3b 将连接到第一个（4:1）多路复用器，电极组件 1'、2'、3a'、和 3b' 将连接到第二个（4:1）多路复用器。本实例以减少电路元件的数量为主要的目标之一。

如图 6d 所示，有效电极组件对（1，1'）针对鼻子区域；有效电极组件对（2，2'）针对额头区域；有效电极组件对（3a，3a'）针对左脸颊+左下巴区域；有效电极组件对（3b，3b'）针对右脸颊+右下巴区域。

透皮离子电渗给药系统采用如图 6d 所示的面膜结构，面膜电极组件矩阵中的电极的接触层构成的接触面与脸部外表面是适形的。在美容时，针对脸部不同区域采集的皮肤水分含量、皮肤酸碱度、皮脂分泌含量、皮肤的受损情况皮肤老化程度、皮肤粗糙程度、皮肤生物抗阻分析的数据有效地控制不同区域皮肤的透皮给药量、透皮给药深度、透皮给药速度。本实例的电极组件分布能有效地实现如图 7 所示的均匀活性剂分布。区域化控制还能针对不同区域实现不同程度的给药，即优化用户脸部活性剂量的分布。

对比例 1

现有的透皮面膜如图 4 所示，该面膜使用一对电极，其不能有区域性地实现透皮给药控制，用户在使用现有面膜时，透皮给药不具有针对性。

在美容时，无法针对脸部不同区域的不同肤质进行个性化地控制。采用现有系统能够实现如图 5 所示的活性剂分布，因皮肤状况的不同，给药电流会选择性避开电阻较高的区域，造成不可控制且不均匀的给药分布。

在本发明提及的所有文献都在本申请中引用作为参考，就如同每一篇文献被单独引用作为参考那样。此外应理解，在阅读了本发明的上述讲授内容之后，本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改，这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

权 利 要 求

- 1、一种区域化透皮离子电渗给药系统，其特征在于，所述的系统包括：
- (a) 电极组件阵列，所述的电极组件阵列包括 N 个电极组件，且 $N \geq 3$ ；每个
- 5 电极组件包括一个电极；以及
- (b) M 个电源，所述的电源用于向相应的电极或电极对提供电流，其中， M 为 $1 \sim C(N, 2)$ 的正整数，其中 $C(N, 2)$ 代表“ N 选取 2”的组合；
- 其中，所述电极组件阵列中至少 2 个电极设有载有带电荷的活性剂的介质，
- 在所述电流与所述活性剂极性相同的时间段上，所述电流将所述活性剂推斥到皮肤
- 10 层。
- 2、如权利要求 1 所述的系统，其特征在于，用所述的 M 个电源给所述电极组件阵列供电采用以下方式：
- 一个或多个电源；以及
- 多个电流驱动组件。
- 15 3、如权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述的电源将同时向其相应的电极或电极对提供电流。
- 4、如权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述的电源可在不同的时间段向其相应的电极或电极对提供电流。
- 5、如权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述的每个电极组件包括一个相
- 20 应的接触层；其中，所述接触层用于储存所述包含活性剂的介质并与电极流体连通。
- 6、如权利要求 5 所述的系统，其特征在于，多个电极可共享一个接触层。
- 7、如权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述电极组件阵列包括：
- 第 I 电极组件对或第 I 电极组件子阵列，其对应于脸部的鼻子区域；
- 第 II 电极组件对或第 II 电极组件子阵列，其对应于脸部的额头区域；
- 25 第 IIIa 电极组件对或第 IIIa 电极组件子阵列，其对应于脸部的左脸颊区域和左下巴区域；和
- 第 IIIb 电极组件对或第 IIIb 电极组件子阵列，其对应于脸部的右脸颊区域和右下巴区域。
- 8、如权利要求 1-7 中任一所述的系统，其特征在于，所述的电极阵列中的任

何一个电极均连接于一个半桥驱动电路(HBD)并受所述半桥驱动电路的驱动。

9、如权利要求1所述的系统，其特征在于，所述的系统还包括：开关矩阵或多路复用器，其设置于电源与电极组件阵列之间。

10、如权利要求1所述的系统，其特征在于，所述的系统为电子面膜。