〔19〕中华人民共和国专利局

〔51〕Int.Cl.⁴
G02C 7/04

〔12〕发明专利申请公开说明书

〔11〕CN 86 1 02021 A

〔43〕公开日 1987年1月28日

〔21〕申请号 86 1 02021
〔22〕申请日 86.3.27
〔30〕优先权
〔32〕85.3.29 〔33〕英国 〔31〕8508247
〔71〕申请人 索拉国际控股有限公司
地址 澳大利亚南澳大利亚5162
〔72〕发明人 万·坦·特鲁昂格
罗德尼·丹尼斯·威金斯

〔74〕专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利代理部
代理人 林柏楠 孙令华

〔54〕发明名称 隐形眼镜生产方法的改进

〔57〕摘要

一种由水凝胶聚合物制成的软隐形眼镜，其总含水量在40%至90%之间，镜片的前表面的含水量比后表面高至少百分之三。模塑混合物中含15%至50%稀释剂。模塑混合物在一个凸状模件和一个凹状模件之间进行熟化。两模件由不同材料制造，结果使所制镜片的两个表面上出现含水量差。熟化之后，把粘在凸状模上的镜片浸入水溶液（或弱碱溶液）中，再置入食盐水溶液中，最后封装在盛有食盐水的容器中。在封装之前或之后可使镜片在蒸压釜内消毒。

CN 86 1 02021 A

C07C 151/08/747

北京市期刊登记证第1405号

权　利　要　求　书

1.用水合聚合物制成的软隐形眼镜，它有一个前表面和一个与角膜相接触的背面，其总含水量在40% 至90% (重量)之内，其特征在于用阿贝折射仪测定时，镜片前表面的含水量比镜片与角膜接触的背面的含水量高至少百分三。

2.根据权利要求1 的隐形眼镜，其特征在于其前表面的含水量比其与角膜接触的背面的含水量高百分之四至百分之二十五。

3.根据权利要求2 的隐形眼镜，其特征在于用阿贝折射仪测定时，其前表面的含水量在74% 至91% (重量)之内，而其背面的含水量在60% 至82% (重量)之内。

4.制造软隐形眼镜的方法，其特征在于下述步骤

(a) 向镜片铸造模中加入一种混合物，该混合物包括至少一种能聚合生成清晰、透明、部分溶胀的水凝胶聚合物的单体和一种稀释剂，稀释剂占混合物重量的15% 至50% ，再使单体聚合形成所述水凝胶聚合物，模腔形成于一个凸状模件和一个凹状模件之间，所述模件的相对着的模表面是由不同的材料制成的，模表面材料经过选择使在模中由水凝胶聚合物形成的镜片在在用阿贝折射仪射测定时其凸状前表面的含水量比其凹状背面的含水量高至少百分三，

(b) 分离模件，凸状模件上粘附着部分溶胀了的镜片，

(c) 把粘附在凸状模件上的部分溶胀了的镜片浸入到水溶液介质中以使镜片从凸状模件上分离下来、使镜片中所有可置换出的非水溶液稀释剂用水置换出来并使镜片基本溶胀到其充分水合状态，

(d) 把溶胀了的镜片移入到食盐水溶液中，用食盐水溶液把水基本置换出来，

(e) 把镜片包装并密封在含有食盐水溶液的容器中。

5.根据权利要求4 的方法，其特征在于在包装密封之前和/ 或之后把镜片在蒸压釜内消毒。

6.根据权利要求4 的方法，其特征在于镜片被浸入到弱碱溶液中，用碱阳离子置换聚合物骨架上羧基上的氢。

7.根据权利要求6 的方法，其特征在于用弱碱溶液作为水溶液介质，把附着在凸状模件上的部分溶胀了的镜片浸入此弱碱溶液中来完成弱碱溶液浸泡步骤。

8.根据权利要求4 至7 中所述的任一种方法，其特征在于凸状模表面所用的材料比所对应着的凹状模表面所用材料的表面能高。

9.根据权利要求4 至7 中所述的任一种方法，其特征在于凸状模表面是用亲水性材料制成的并具有精细的表面层，而与之对应着的凹状模表面所用材料当与模制混合物接触时为憎水性的并具有疏松的表面形态。

10. 根据权利要求4 至7 所述的任一种方法，其特征在于凸状模表面是用玻璃制造的，而相对应的凹状模表面是用聚丙烯制造的。

11. 根据权利要求4 至7 中所述的任一种方法，其特征在于模制混合物中含有有机聚合引发剂。

12. 根据权利要求4 至7 中所述的任一种方法，其特征在于模塑混合物的主要单体组分为甲基丙烯酸羟乙酯。

13. 根据权利要求12的方法，其特征在于模塑混合物中还包括一种或几种N- 乙烯基吡咯烷酮、甲基丙烯酸及其酯。

14. 根据权利要求12的方法，其特征在于模塑混合物中还包括有少量双官能或多官能可聚合的单体以促进水凝胶聚合物的交联。

15. 根据权利要求14的方法，其特征在于所述的双官能或多官能单体选自二乙烯基苯，乙二醇丙烯酸二酯，乙二醇甲基丙烯酸二酯，丙二醇丙烯酸二酯，丙二醇甲基丙烯酸二酯以及三羟甲基丙烷甲基丙烯酸三酯。

16. 根据权利要求12的方法，其特征在于聚合反应是在下述条件下进

行的：把模中的模塑混合物在1 1/4 小时内由大约65℃升温至大约100 ℃，然后在大约120 ℃下第二次熟化大约1/2 小时。

隐形眼镜生产方法的改进

本发明涉及用水合聚合物或水凝胶制造的软隐形眼镜以及制造此类眼镜的方法。软隐形眼镜必须具有高的氧通过能力，这样才能避免由于对角模供氧不足而对佩戴者的眼镜产生不良影响。由于角膜上没有血管，需要直接从大气中得到氧以便呼吸，本发明之隐形眼镜所采用的是那些对氧气和二氧化碳等气体有通过能力的材料。软隐形眼镜或水凝胶隐形眼镜是用聚合物制做的，这种聚合物在水合时会溶胀成为类似于软果子冻的稳定物质，而且可以舒适地戴在眼上。目前已知水合隐形眼镜的透氧能力与其平衡水的含量有关。由于水凝胶的“溶解”氧的透过能力的增长与水含量的增长几乎成指数关系，其最大极限值与水的透氧能力相当，因此含水量最好高一些。人们已做了大量工作来开发具有高含水量的、可形成水凝胶的聚合材料，这种材料还应足够强以承受佩戴者在戴或从眼上取出隐形眼镜时对其产生的不可避免的物理压力。氧和其它气体在已有镜片中的传递与镜片的跟空气接触的表面上的氧浓度和跟眼接触的表面的氧浓度之间的差降有关。

如前所述，水凝胶材料的溶解氧透过力与眼镜片的含水量有关。同样，通过任一隐形眼镜厚度（L）进入角膜的氧通量（F）与镜片的氧压差（△P）和形成镜片的材料的溶解氧透过能力（Pd)有关。F可由下式表示：

$$F = Pd \times (\triangle P)/L$$

向角膜进行氧传递是一个复杂的生理过程。氧通量的需求是可以计算出来的，但此需求也可依据充分简化了的当镜片在眼镜上时所出现的实际体内环境来得到。由于氧的需求量因人而异，测量较难。事实上有一类人无法佩戴目前已有的软隐形眼镜，因为氧传递不足。有许多文章讨论“溶

解氧透过能力”之要求，其中有一篇文章（见Ng and Tighe的文章，刊载在《英国聚合物杂志》1976年12月刊第118 至123 页上)(British Polymer Journal December 1976 page118 to 123)除了讨论用来做隐形眼镜的水凝胶材料的设计要求之外，还指出了会使氧传递问题的理论解释更加复杂的一系列因素，它们是：

“(a) 现已发现水凝胶隐形眼镜（诸如Hydron 或 Bionite）的平衡水含量在眼中时比在食盐浸泡溶液中时为低，而在食盐浸泡溶液中时又比在蒸馏水中时为低。(b) 在佩戴过程中，在隐形眼镜的前表面发生的水的蒸发可能会造成水从隐形眼镜和角膜之间的泪液层逆流动，从而造成角膜表面氧压的下降。(c) 由于泪水中存在有溶解质，氧在泪水中的溶解度可能会低于其在蒸馏水中的溶解度。(d) 同样，由于泪水中有溶解质，戴在眼中的水凝胶隐形眼镜中的水的结构可能与其在蒸馏水中的结构不相同，从而影响透氧能力。(e) 人眼角膜的耗氧量因人而异，而且每个人自己的耗氧量也不是常数。(f) 在闭眼的情况下，眼球的运动会在镜片后面产生补充泪液的效果。

专门需要的最小氧通量是可以计算出来的。这里还对在眼温度下具有特定透氧能力的镜片材料是否能达到或超过此氧通量这个问题给出了一般性指导。所摘引的文章建议说34℃时水含量为65% “可以为解决制造上和视觉稳定性上的问题、并且为满足角膜不断的昼夜周期耗氧需要提供适当的基础。”

前面所述的复杂问题之一为自镜片前表面失水一定程度后，将会从与镜片表面相接触的角膜上产生反向水流，从而导致角膜表面氧压的下降。这是一个许多作者都曾提到过的公认的难题，它限制了软水凝胶隐形眼镜的普及。

所有现存的软隐形眼镜的镜片的两个主要表面都具有基本相同的含水量。置入眼中之后，含水量要有一定下降，但此下降是均匀的，这样两个

表面的含水量维持相等。但是，若气候变化或其它原因使镜片前表面失水，那么这将足以导致减少甚至逆转向角膜的氧传递。

透氧能力（DK）是制造水凝胶镜片的材料的固有性能。到目前为止，水凝胶透氧能力的最大值是其在纯水中的最大值，这一事实一直是增加水凝胶的透氧能力的限制因素。目前如果一个人有两个用相同水凝胶材料制成的镜片，一个厚一点，一个薄一点，则那个薄一点的镜片将具有较高的氧通过能力（DK/ L),即它可使较多的氧通过。然而若要制得高含水量的，而且仍足够坚固、能承受一次向眼中放置所需作用力的镜片的话，所制得的镜片的薄的程度是有限的。

本发明的宗旨是提供一种镜片，它能提供特别高的通过镜片的氧传递速率，而且可在眼中放置较长时间。

本发明提供了一种用水合聚合物制造的软隐形眼镜，它有一个前表面和一个与角膜接触的背面，其总含水量在40% 至90% 之间（重量),其中水合聚合物在镜片前表面的含水量用阿贝折射仪测量比其在与角膜接触的背面的含水量至少高百分之三。更理想的情况为前表面的含水量比与角膜接触的背面的含水量高百分之4 至25。由于背面的含水量比前表面的含水量低，相信镜片在使用时自前表面至背面将有一个扩散型的流动，从而积极促进带有溶解氧的泪液直接通过镜片传递至角膜。这样，氧的传递并不唯一地依赖于角膜表面的氧浓度或氧压低于该镜片前表面的氧浓度或氧压而产生的那种被动式的氧传递。这种泪液传递与那些具有相同的总含水量、但两个表面的含水量大体相等的传统式镜片相比会使氧通量增加。

过去总含水量基本上是用一种使镜片脱水的方法测定的，所用的等式为：

百分水含量= 100 ×(湿重—干重)/ 湿重

这是一种费时间的方法，而且无论用什么系统来干燥镜片，谁也无法确定是否所有的水份都已驱除干净、所剩的只是固体材料。最近，有人介绍了

一种用阿贝折射仪测定水凝胶镜片的含水量的方法。

折射仪法以测量水凝胶表面折射指数的仪器的应用为基础。对一个具有均匀含水量的物件来讲，此方法可被看作是用来测量物件的总含水量的，但实际上仅对表面做了测定。将所测得的折射指数换算成含水量是依据公认的假定进行的，这个假定为：水合材料的折射指数是含水量的非线性函数，而且它可以用折射指数、干聚合物的密度和水合状态下镜片所在的溶液的密度来计算。此方法在Wilhelm Teurle 博士的文章中有详细介绍，其文章的题目为“水凝胶镜片的折射指数之计算”，刊载在《国际隐形眼镜临床教学》第11卷第10号第625 至628 页(1984 年) 上

(International Contact Lens Clinic Vol 11 Number 10pages 625-628(1984))。任何一种具体的聚合物都可以做出一个图，每给出一个折射指数，其相应含水量的近似值便可立即查出。一些现存的折射仪给出固体含量读数的刻度，它可用来在镜片之间做比较。这样便有可能简便而迅速地确定任何镜片被仪器测量的那个表面的含水量。此仪器甚至可以专门为特定的用来制造水凝胶的聚合物组成而校准，但当测量两个表面以确定含水量差是否存在时，各表面的绝对值并不重要。这样就可以把从市场上买来的镜片或从佩戴者眼上取下来的镜片取来立即确定是否存在含水量差。

现已发现，本发明的镜片可以长时间戴在眼睛上而对角膜结构没有不良影响。

我们倾向于用铸造的方法来制造本发明的镜片。该方法包括有下列步骤：(a)在镜片铸造模具中置入一种混合物，该混合物包括有至少一种能够聚合并形成清晰、透明、部分溶胀的水凝胶聚合物的单体，和一种稀释剂，稀释剂占混合物总重的15% 至50% ；然后将单体经聚合铸造成所说的水凝胶聚合物；模腔夹在一个凸状模件和一个凹状模件之间，所说的两个模件具有用不同材料制成的相对的模表面，这些材料都经过选择，使在模子中

由水凝胶聚合物形成的镜片的凸状前表面上的含水量比凹状背面的含水量高至少百分之三（用阿贝折射仪测定）；(b）分离两个模件，那个部分溶胀了的镜片仍附在凸状模件上；(c)将仍附在凸状模件上的部分溶胀了的镜片浸入水溶液介质，从而使镜片从凸状膜件上分离下来，使镜片内可置换的非水溶液稀释剂被水置换出来，并使镜片基本溶胀到其充分水合状态；(d）将溶胀了的镜片再置入食盐水溶液中，把镜片中的水用食盐水溶液基本上全部置换出来；(e)把镜片封装在有食盐水溶液的容器中。

我们发现，用此方法铸造镜片可使镜片的两个表面得到满意的含水量差。此方法在封装之前和（或）之后最好还有一个在蒸压釜内处理消毒镜片的步骤。在一些情况下，我们发现把镜片置入弱碱溶液中把聚合物骨架中的羧基上的氢用碱阳离子置换出来是有好处的。在把仍附在凸状膜件上的部分溶胀了的镜片浸入水溶液介质这一步骤上把弱碱溶液直接用来做为水溶液介质就可以完成弱碱溶液浸泡步骤。我们发现这些步骤有助于使镜片两个表面上的含水量差增大。

看来在镜片背面上发生的聚合和（或）交联反应的程度很可能比前表面上的深，这样便保证了所形成的水凝胶在背面上的含水能力较低。

我们发现稀释剂是保证使直接形成的镜片处于部分溶胀或部分水合状态（而不是干凝胶状态）的基本因素。任何一种已知的水凝胶稀释剂都可以用。这些物质还被称为扩张剂或空间增加剂，它们可以是水、甘油、甘醇、二甘醇以及硼酸的甘油酯。我们倾向于使用甘油与水的混合物作为稀释剂。部分溶胀了的镜片中的稀释剂含量在镜片形成时最好至少35% 并且在15% 至50% 之间，但纯水含量决不可超过40% ，不然会出现不良效果。

铸造最好在一个凸状模件和一个凹状模件之间形成的刚性模腔内进行，还应有办法在聚合反应发生时再使可聚合的混合物流入模腔。

要想使镜片的前后两个表面产生含水量差，使用不同材料来制造两个模件是一项根本要求。

由于对最后镜片的测量以确定自背面至前表面的含水量差是否令人满意这一工作十分简单，选出模具材料以定出相配合的用来制造镜片的模具材料不过只是一个时间和努力上的问题。作为筛选材料的基本指导原则，有一些基本特征对得到含水量差有影响。这些指导原则在此决不意味着对本发明有限定作用。一般讲凸状模件表面所用材料应比相对的凹状模件表面所用的材料具有较高的表面能。可适用于制作凹状模件表面的材料在与铸造混合物接触时应具有憎水性。而且最好具有疏松的表面形态。另一方面，用来铸造与角膜接触的背表面的凸状模件表面似乎应该选择具有亲水性和精细的表面层的材料，诸如玻璃。

材料可用下述简单方法筛选以确定它们是否适合于用来作为模表面：把两个待测材料的平板用一个环状密封圈分隔开，把单体混合物放在密封圈内铸造。显然，研究所有的有可能性的材料和表面处理的排列组合是不可能的，但是这里介绍的简单筛选方法，即用两块平板的方法，把研究工作的工作量减低为日常性的通宵实验。

由于两个材料之间的亲水性和憎水性差异只是一种程度上的差异，两种聚合物（例如尼龙和聚丙烯）在用在铸造上时，其差异足以使镜片表面之间产生含水量差。

当所用的材料相同或者它们影响聚合反应的能力的差别不够时，镜片两个表面上的含水量便测不出明显的差异。我们倾向于在模制时用聚丙烯来接触镜片的前表面而用玻璃接触镜片的与角膜接触的那个背面。

任何在聚合和水合之后能形成清晰透明的水凝胶的单体或单体混合物都能用来做为主要组分。我们喜欢用市场上可以买到的、可用来作为多数软镜片主要成分的甲基丙烯酸羟乙酯（HEMA）作为主要组分。这种材料交联时形成水凝胶。其它可加入到单体混合物中的单体材料包括：

N- 乙烯基吡咯烷酮

甲基丙烯酸及其酯

在本发明的实施中可用来与HEMA混合的单体包括疏水性丙烯酸酯，如丙烯酸低级烷基酯（其中烷基部分包含有1至5个碳原子）如丙烯酸甲酯或甲基丙烯酸甲酯，丙烯酸乙酯或甲基丙烯酸乙酯，丙烯酸正丙酯或甲基丙烯酸正丙酯，丙烯酸异丙酯或甲基丙烯酸异丙酯，丙烯酸异丁酯或甲基丙烯酸异丁酯，丙烯酸正丁酯或甲基丙烯酸正丁酯以及这些单体的各种混合物。为了增加各维稳定性，上述单体或单体混合物中又再混入少量双官能或多官能可聚合的物质，使聚合物骨架在聚合反应进行时发生交联。所说的双官能或多官能物质的例子包括：

二乙烯基苯，乙二醇丙烯酸二酯或乙二醇甲基丙烯酸二酯，丙二醇丙烯酸二酯或丙二醇甲基丙烯酸二酯，三羟甲基丙烷甲基丙烯酸三酯。

适合于在本发明的制造方法中制造镜片的其它单体材料为可形成三维交联网络的亲水单体混合物（如在美国专利第3822089上介绍的那些）。亲水单体的例子包括丙烯酸或甲基丙烯酸的水溶性单酯，其中形成酯的醇上带有一个可酯化的羟基，并且还有至少一个附加的羟基官能团，诸如单和多烷基二醇的甲基丙烯酸和丙烯酸的单酯，例如乙二醇甲基丙烯酸单酯，乙二醇丙烯酸单酯，二甘醇甲基丙烯酸单酯，二甘醇丙烯酸单酯，丙二醇甲基丙烯酸单酯，二丙二醇丙烯酸单酯；N-烷基和N，N-二烷基取代的丙烯酰胺及其甲基丙烯酰胺，如N-甲基甲基丙烯酰胺，N，N-二甲基-甲基丙烯酰胺及其类似物；N-乙烯基吡咯烷酮；烷基取代的N-乙烯基吡咯烷酮，例如甲基取代的N-乙烯基吡咯烷酮，甲基丙烯酸缩水甘油酯，丙烯酸缩水甘油酯；以及其它已知的化合物。

当这些亲水单体或其混合物聚合时，形成三维交联网络是至关重要的，这是因为聚合后的材料吸收水份而变得软而柔韧，如果不交联它很可能不能维持其形状。为此，使用少量上面介绍的交联单体是很必要的。

我们认为使用有机引发剂（如过氧化重碳酸二异丙酯）(di-isopropyl peroxydicarbonate)是有利的。最好把氯甲酸仲丁酯在碱存在条件下与氯

甲酸异丙酯和过氧化氢的反应产物混合物直接拿来用。反应所生成的其它成分为：过氧化重碳酸异丙基仲丁基酯和过氧化重碳酸二仲丁酯。催化剂在镜片中的分布可能有差异，这是由于催化剂对亲水性模表面有亲合性而不被此表面所钝化，和（或）与憎水性模表面接触的催化剂被钝化了，其结果是镜片背面发生的聚合反应比前表面的程度深。

熟化条件、从模具中移出镜片的方式以及用来形成聚合物的单体混合物的性质都对镜片的含水能力有影响，因而对所测得的含水量也有影响。我们相信它们对在镜片的前表面和与角膜接触的背面之间是否能测出含水量差没有显著影响。我们的对比实验结果支持这样的观点：铸模表面的性质决定了此含水量差是否存在，其它变化因素对含水量的影响与铸造系统中使用相同的模表面时这些因素对含水量的影响没什么差别。在空气烘箱中熟化、在水浴中熟化、或用紫外光熟化仅当用来制造镜片表面的模表面有质的差别时才使含水量不同。试图比简单筛选试验更进一步确定相配合的铸模表面而产生的问题之一是有时很难准确地确定聚合物材料表面的特性。用玻璃和一种特定的聚乙烯样品做试验时，尽管与上次试验相比，此次试验仅仅是把聚丙烯换成了聚乙烯，结果是没有得到含水量差。聚乙烯与聚丙烯表现不同这一事实可能与两个聚合物的结构上的差别有关，比如聚乙烯没有侧基。然而，生产技术的差别却会对聚合物材料的表面性能产生重要影响。因此，想轻易地确定到底是哪个因素在影响聚合物混合物、导致聚合反应从而导致镜片一面的水含量与另一面不一样是不可能的。由本发明所做的工作来看，很明显，即使整个过程复杂，其结果却是可以简单迅速地用阿贝折射仪测量出来的。因此没有必要向此领域的工作人员提供预测具体一对模表面在某一熟化条件下用某一单体混合物是否可提供满意的含水量差的理论依据，因为只要动手铸造一下答案就有了。然而，我们确实相信只要所选的模具材料确实有显著的表面能差异；那么只要在模具制造当中或之后各表面之表面能没有变化，则铸造出的镜片上的两个表

面上肯定会测出含水量差。

铸造镜片的方法最好能使所得到的镜片成本低得足以让佩戴者能够隔一段时间就把它丢掉。这种方法必须能精确地复制镜片从而在换镜片时一个镜片不需选择便可替代另一个镜片。我们发现刚才所说的这种镜片可用本文介绍的铸造方法来制造，结果不但可以得到令人满意的传递氧的性能，而且镜片的生产方法足够精确，其产品可以随时替换，其成本低得使镜片用了一般时间之后可以丢掉。此镜片可被置入眼内大约4 至5 次、但寿命有限，故应该避免佩戴它超过所需的更换期。假如佩戴者超过所建议的佩戴时限，镜片所具有的高的氧传递能力可以进一步减低对角膜发生伤害的危险性。

可以用标准的熟化方法来使模塑混合物发生聚合反应，例如：把模具中的模塑混合物加热大约1 1/4 小时，加热温度从约65℃提提高至约100℃，接着进行第二次熟化，熟化时间为约半小时，温度大约120 ℃。

我们发现，如果在大约120 ℃温度下进行第二次熟化来结束聚合过程，当分离模件时镜片便会粘在凸状模件上。我们倾向于把镜片浸入去离子水或具有与之相当的纯度的水中来把镜片从凸状模件上脱下来，这样做可以把镜片从模件上分离下来、把可取代的非水溶液稀释剂用水置换出来并使镜片基本溶胀到其充分水合状态。当聚合物骨架中有羧基时，在此处理步骤之后还可把镜片浸入弱碱中，用碱中的阳离子把所有的或基本上所有的聚合物骨架上的羧基上的氢置换出来。把上述两个步骤并为一个步骤是可能的，可以在一个步骤中用弱碱的水溶液来分离镜片。使镜片发生水合、并把所有的或基本上所有的羟基上的氢置换出来。

如上所述，可以依据表面能之差来筛选模件材料。B．W．Cherry 在“聚合物表面”一书中(1981 年剑桥大学出版社出版）第一章第13至17页上（CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS1981）介绍了一种计算固体表面能的方法。D．A．Kaeble 在《粘合物理化学》

一书（威利出版社1971年）第五章第149 至170 页（PHYSICAL CHEMISTRY OF ADHESION, WILEY1971）中详细讨论了极性和非极性固体的表面能。

具有高的表面能并可以用来做凸状模件的材料包括可机械加工的陶瓷、硅石或石英玻璃，硼硅酸盐玻璃、钠钙玻璃，以及电铸镍。低表面能材料包括可以用注射成型方法很容易地加工成所需形状的聚合物材料，如聚四氟乙烯和聚丙烯。

铸模腔最好是通过一个刚性台阶而形成的，此台阶将模件隔开，从而防止了模件表面在形成坚固的铸模腔时直接互相接触。台阶的形状确定了最终镜片周边的外轮廓。模件的设计恰好使突出出铸造表面的凸状模件在膜腔被充满时被单体混合物部分包围，这样，在腔内发生收缩时仍然可以有混合物向腔内补充，从而保证使铸出的部分溶胀了的镜片复制出膜腔的形状。所说的刚性台阶最好附在凹状膜件表面上。

使用含有一定量的稀释剂的混合物来铸成部分溶胀之状态与其它因素一起有助于使部分溶胀了的镜片从其所附着的模表面上相对容易地脱离下来。若模具材料选择得当，稀释剂的存在可对模表面上的粘着现象起有效的控制作用。模腔的形状是保持不变的，在聚合过程中模塑混合物的收缩是通过两模件缝隙间的毛细作用使单体混合物自贮存库流向模腔而得到调节的。这对很好地控制最终镜片的中心厚度和避免周边质量问题提供了保证。我们发现在铸造混合物中使用有效剂量的稀释剂并同时相应选择模具材料使我们得到了最佳的产率和复制能力。

所加入的稀释剂的量是有限的，其限度为不使混合物变浊，变浊的原因为稀释剂加入一定程度之后便不仅仅对混合物起稀释作用，而开始分离生成乳液。我们发现若稀释剂的量低于15% 则聚合之后根本不可能从模表面上分离出镜片来。如果只用水，那么与使用水和其它稀释剂的混合物相对比，从膜表面上分离镜片要花费长一些的时间。此外，若仅用水而且用

量超过40%，则产物不清晰，若稀释剂用量超过55%则会出现铸造问题。我们还发现，如果只用甘油，则在聚合过程中有时会发生脱离模表面的问题从而使产率下降。我们发现若使用水和甘油的混合物而且甘油比水量大时能在令人满意的时间里把镜片从其所附着的模表面上分离下来，而且没有由于早期脱离而产生的产率低的问题。最佳比率是两份甘油比一份水。

我们相信，第一步熟化之后在聚合成的镜片内同时存在甲基丙烯酸和甘油将使反应物在温度进一步上升时需要进行酯化反应。如果聚合生成的镜片在第二步熟化时在120 ℃温度下被加热15至30分钟，则这个反应将会发生。这个反应解释了镜片对模具表面的粘着性的下降和早期脱离得到抑制的原因。这样，我们希望在单体混合物中有甲基丙烯酸和甘油，并希望在第二步熟化开始时镜片中仍存有游离的甲基丙烯酸。

我们倾向于用有机聚合反应引发剂而不是无机引发剂来作为此聚合反应的引发剂。

由于单体反应活性有差别而且由于模表面产生的影响，各单体的分布可能会有差别。当甲基丙烯酸羟乙酯（HEMA），N-乙烯基吡咯烷酮和甲基丙烯酸被用做混合物的主要成份时，镜片的凹表面和凸表面的傅立埃转换红外分析表明，一个表面上聚合物中HEMA丰富一些而另一个表面上N-乙烯基吡咯烷酮和甲基丙烯酸衍生的聚合物却丰富得多。由此，折射指数的差别很可能即反映了含水量的差别，也反映了聚合物结构上的差别。

软隐形眼镜的刚性或其形状稳定性与镜片的柔韧性有关。柔韧性是用镜片的位移值l 来衡量的，此位移值是食盐水柱高h 产生的。柔韧性可被用来测定镜片的可处置能力，还可以用来检查与聚合物组成或制造方式的变化直接相关的形状稳定性。当然，韧性还与镜片中心的厚度有关。我们发现，当中心厚度在某一特定区间上时，随着含水量趋向较高值，即镜片最终平均含水量从75%至85%，位移值l 急剧上升。由此，得到高氧透过

力的最好的办法是把含水量73～75% 的镜片的中心厚度减小而不是把其含水量增加到80% 或以上。

聚合反应条件（诸如熟化周期，熟化引发剂的浓度，以及稀释剂的性质）的各种变化所产生的效果表明，在厚度和平均含水量相同的情况下，一旦这些因素为了达到特定的含水量而被选定了，则它们的变化对总体的机械强度基本上只有很小的影响。

现已发现的令人满意的单体混合物的实例已在下面所列的例子中给出。这些混合物在各种变化的熟化条件下的应用也给出了示范。

如上面所指出的，我们倾向于按下述条件操作：聚合成的镜片最好附着在凸状模件上，在不冷却的条件下，把凸状模浸入60℃的去离子水中10分钟使镜片从凸状模上分离下来。我们发现，若镜片中存有羧基，在接下去的处理步骤中把镜片浸入2 % 的重碳酸钠中可以在大约30分钟内把羧基中的所有游离氢用钠置换出来，而且此镜片已达到充分溶胀的状态。镜片在此处理过程中被水合至总含水量至少60% 以得到一致的、令人满意的透氧能力。我们倾向于水合至总含水量在60% 至75% 区间之内。含水量受单体混合物的性质和所选的熟化条件的控制，对本领域的工作人员来说，含水量这个问题在本文中已给出了足够的指导。在去离子水处理过程中镜片脱离模具自由浮动，在碱处理之后（假如进行这一步骤的话）可将其置入食盐水溶液中用食盐水溶液置换镜片中的水。可以省去去离子水处理一步，而用弱碱把镜片自模表面上分离下来，并使镜片溶胀至其充分溶胀状态。除使用2 % 重碳酸钠溶液之外，其它等效的弱碱处理（例如弱氨溶液）也是可以用的。

镜片随后被封装在含食盐水溶液的容器内，并原封不动地供应给佩戴者，这样，直至佩戴者把它置入眼中之前此镜片不再被接触。所有这些只有用本发明所述的方法所取得的从一个镜片到另一个镜片的高复制能力才能办得到。第一次装配之后，可提供最多八付镜片，上面标有不同的日

期。

我们发现镜片周边的外轮廓的设计与下列因素有重要的联系：

(a) 镜片的铸造特性

(b) 周边强度或韧度

(c) 佩戴者的舒适感。

镜片的铸造特性是用所铸造镜片中可出售的镜片之收率来衡量的。熟化过程中镜片从模表面上脱落下来会使此收率下降。这种脱离会造成表面缺陷，从而产生无法接受的镜片。通常脱离现象的发生是由于形成镜片周边的那部分模件缺乏粘着性，减少这种由于脱离而导致的损失的方法之一，是选择铸造镜片的模腔的边角位置上特定的形状。

对总体上的周边形状来讲，我们发现纯角比刀口似的锐角为好。

这种纯角形的镜片是由凸状模件和凹状模件之间的形状确定的。当铸造在刚性的模腔中进行时，模腔被凸状和凹状模件的铸造表面所限定。防止凸状模件与凹状模件在除台阶周边以外的地方发生接触的台阶确定了镜片周边的外轮廓。在后面通过引用附图介绍了一种在所有三个方面都已证明是令人满意的设计方案。此台阶非常小，其尺寸是稳定的，模具制成后所有的收缩都极小且对镜片的行为特征没有可观测到的影响。我们发现使用刚性的，其中带有一个铸造混合物贮存库的模具不影响镜片的光学质量，也不会产生刺激佩戴者眼睛的边角缺陷。

本发明的镜片的设计并不受限于任何一组参数。镜片前后两个表面可以是球面曲线或非球面曲线或两者结合。例如，镜片两个表面的中心部分可以是球面曲线，前表面的边际可以是陡一些或缓一些的球面曲线，而镜片后表面的边际部分可以是非球面曲线以改善装配效果。此外，一个或两个表面的中心部分或光学区可以是复曲面式的；然而，周边部分最好是相对于镜片中心轴对称的，以使镜片在眼中保持正确的位置。多重聚焦镜片也可制出。

镜片的设计必须在模中得到复制，在此要考虑到最终镜片水合时尺寸的变化。凹状模件可以按复制金属凸状模具的设计形状的方法制出（用热塑性塑料以注塑成型的方式）。凸状模件可直接用研磨和抛光坯料的方式得到所需形状。

本发明的一种镜片和铸造此镜片的方法将在下面比照附图做详细介绍，附图中：

图1 是模具装配断面的正视图，它示出了用来铸造时已组装的模具的凹状和凸状模件。

图2 是沿凹状模件铸造表面中心线的剖面图，它用来制做中心曲线和边际曲线不相同的镜片。

图3 是台阶的纵剖面的放大图，凸状模件在其上。

图4 是本发明的方法制出的镜片设计的剖面图，上面标出了后面例1至例4 中所提及的尺寸。

图5 是包装的透视图，镜片可用这种包装供应给佩戴者。

图6 是各种软镜片在不同的压力下的柔韧性曲线。

图1 所示的铸造镜片的模具放置在园柱形基座3 之上，它被整体地用环4 与凹状模件2 接在一起，铸造表面6 上有一个刚性的台阶或周边7 。在铸造操作状态下，凸状模件1 放置在周边7 之上，其形状与凹状模件2 相配，在它们之间邻接周边的位置上形成贮存库8 。

凸状模件1 在远离铸造表面的边上有特制的形状来与凹状模件2 相配，它基本上封闭了贮存库8 并减低了物质自贮存库的蒸发。

图2 给出了一个凹状模件表面6 的关键性尺寸的位置。此表面设计是用来模制中心曲线和边际曲线不相同的镜片的。

图2 上模表面被示出的尺寸的位置如下：

16．台阶7 的内径。

12．边际区的半径。

13. 中心区半径。

14. 中心区直径。

15. 从边际区半径变为中心区半径时曲线的转折点。

17. 模中心线。

图3 显示了台阶设计的最佳方式，其主要的可以表示出来的特征是在台阶棱角处的斜面9 。棱高10可在0.05至0.07毫米这一典型区间内变化，台阶长度11可在0.02至0.04毫米之间。角 A可在30 ° 至35 ° 之间，而角 B 可在15 ° 至42 ° 之间。我们发现10的值为0.06毫米而11的值为0.04毫米时结果很好。

本发明的制造过程是这样进行的：把一系列聚丙烯凹状模件2 放置在平面上，然后用模制混合物部分地充满凹状模件2,模制混合物的主要成分最好是曾蒸馏过的专门等级的甲基丙烯酸羟乙酯单体（含大约1 % 乙二醇甲基丙烯酸二酯）、构成混合物重量的15% 至50% 的稀释剂、聚合引发剂（最好是有机引发剂，如过碳酸异丙酯）、和上面所述的一种交联剂。其它材料，诸如甲基丙烯酸和N- 乙烯基吡咯烷酮，最好也加进去以改变最终形成的水凝胶的性能（它们的选择和可用的比例都在后面的例子中有详细讨论）。加入的混合物要足够，当凸状玻璃模1 被置入凹状模2 时（如图1），台阶7 内侧上方的贮存库8 中应被此混合物基本充满；然后把安装好了的模具放入循环烘箱中熟化1 ～4 小时，同时温度升至99 .9℃；接着在120 ℃下进行第二次熟化15～30分钟。这时模件可以分离开了，部分溶胀了的镜片附着在凸状模上。随着反应时间的长短的不同，模制混合物的聚合反应可在20℃至120 ℃范围内进行，这取决于所需的聚合反应速率。

模件分离开之后，粘附着镜片的凸状模件被置入60℃的去离子水中直至镜片从模件上脱离下来。这需要大约10分钟。

接着把镜片浸入弱碱溶液中，把聚合物骨架上的羧基上的氢用碱金属阳离子置换出来，然后再把镜片浸入生理食盐水中。在此阶段上，镜片的

含水量从40% 左右上升到60% 至75% ，此含水量的值和聚合之混合物的性质及熟化条件有关。由于凸状模件和凹状模件分别采用玻璃和聚丙烯，镜片的前表面和背面出现的含水量差至少为百分之三。接着把镜片单个地装入图5 所示的含有食盐水溶液的容器中，密封，然后把容器及其所盛物放入蒸压釜消毒。同样，镜片可以在装入容器之前进行消毒。除了消毒之外，蒸压釜看来还能增加镜片表面之间的含水量差。冷却之后，在容器上标上镜片的特征数据。这时镜片已经充分准备完毕，当其被送到佩戴者的手上时，他可以直接把镜片取出戴在眼上。镜片可成对供应以适合左眼和右眼，包装上可以标有触觉标记以指示出哪一个镜片是戴在哪个眼上的。

每个聚合镜片都和玻璃一样清晰，有良好的光学性能，透明，柔软，有弹性。它有个边棱，当它被置入眼内时可平滑地与角膜表面相配。镜片并不刺激佩戴者的眼皮和角膜，它可在眼中自由移动。

把镜片置入眼睛时，可以用敷帖器把镜片放入睁开的眼睛中的角膜上。由于镜片与眼的相应表面可以几乎完美地相配，镜片将稳固地帖在眼表面上，并自动定位在角膜中心上。角膜的弧度和本发明镜片的弧度之间的微小差别（如角膜散光的现象）可经镜片边缘弹性变形而自动调整过来。

适合本发明的隐形眼镜可连续佩戴较长时间而不会出现不适感，只需要在戴了3 至8 个星期之后丢掉并换上从未开启的包装中取出的新镜片即可。

图5 显示了装有两套镜片的包装，每对中(18,18′,19,19′）的一个容器都装有一个镜片，每一对中有一个是左眼用的，另一个是右眼用的。每一对都带有一个可丢掉的敷帖器 (20,20′),还有为记载更换时间而留的空间 (21,21′) 并有为记载患者姓名而留的位置(22)。各镜片容器都可标有标记，指明该镜片是左眼用的还是右眼用的，也可以在包装上相应的容器的一侧做此标记。

附图6 把市场上出售的高含水量软隐形眼镜的柔韧性与本发明的眼镜

做了比较。

位移l(毫米）对产生位移的食盐水溶液柱高h（毫米）做图。图上的曲线已被标号，并与下列镜片相关：

		总含水量 (%)	中心厚度 (mm)
(1)	Hydron 04	38	0.036
(2)	X- Ten	38	0.092
(3)	本发明之镜片	73	0.104
(4)	Permalens	71	0.236
(5)	Danalens	68	0.124

可以看出本发明的镜片的柔韧性与多数与之互相对比的镜片的柔韧性相类似。

将市售镜片与本发明的镜片所做的对比实验清楚地证明撕裂强度基本上依赖于含水量和厚度。撕裂强度是通过把镜片夹在食盐溶液柱口上让其成为封口来确定出来的。通过加高食盐溶液柱来增加镜片下部所受的压力，镜片已用针预先划了口。当划口开始扩张时，食盐溶液柱的柱高便被记录下来作为撕裂强度。下面的表 I把依据本发明，按照实例8（见后面）制出的镜片与6 种具有不同厚度和含水量的商业镜片做了比较。

表 I

原镜片的类型	总含水量 (%)	镜片厚度 (毫米)	炸裂强度 千帕(kpa)	撕裂强度 (毫米食盐水)
Permalens	71	0.23	20	660
X- Ten	70	0.15	27	702
Igel	64	0.108	60	750

Hydrocurve Ⅱ	55	0.118	26	600
Hydron 04	38	0.050	90	600
Danalens	68	0.144	10	230
例8 之镜片	75	0.110	15	320

由上表可见，本发明之镜片不象上述那些（有一个例外）镜片那么坚硬。这正是为保证镜片有个寿命以便在预定的时间内需要更换镜片所希望的。上述所有的含水量高于64% 的镜片都被认为具有令人满意的氧通过能力，这里包括很薄的“Hydron 04”镜片。但是上面那个作为本发明之一例的镜片将提供尤其高的氧通过率，结果使镜片能在眼中放置较长时间。

下述实例显示了（但并不限制）本发明。

例1

模件1 和2 被制造出来以制备屈光度为-1.00 、且直径为13.8毫米的镜片。凸状模件1 通过研磨和抛光玻璃来制造。凹状模件是通过用注塑成型法把聚丙烯用金属模制造的。金属模是凸状的，外直径为10.327毫米，中心曲率半径为6.986 毫米，边际曲率半径为6.924 毫米，光学区直径为8.312 毫米。用此法并用此模件制出的最终水合镜片的尺寸（当溶胀至含水量为73% 时）已在下面的表Ⅱ中给出，见镜片第1 号。

用本发明的方法制造的两个具有不同屈光度和直径的镜片的尺寸也在表Ⅱ中给出了。所列的尺寸在附图4 中已标出（所有的长度单位都是毫米）。

表 Ⅱ

镜片号码	1	2	3
镜片屈光度	-1.00	-3.00	-6.00
内直径 A B	13.8	14.5	13.8

中心曲线直径 OP	11.0	11.0	8.13
边际半径 C	8.95	9.01	9.01
中心半径 D	9.04	9.51	10.33
光学区曲率（内半径）E	8.8	8.8	8.8
中心厚度 GF	0.12	0.078	0.07
边际厚度 HI	0.147	0.21	0.213
棱尺寸 JK	0.07	0.07	0.07
LM	0.04	0.04	0.04
角 B	33°	33°	33°

模具被制得适于制出上述尺寸的镜片。这里要考虑到镜片在铸出来之后在进一步水合以达到含水量73% 时尺寸发生的变化，还要考虑到凹状模件在生产过程中尺寸发生的变化。

下面的例2 至12示范了所用的原材料、这些材料的配比、所选的聚合条件以及镜片总体的和表面的含水量可以进行的各种变化。需要注意的是，总含水量是通过把镜片脱水以测量失重来得到的，由于驱除最后几个百分数的水很困难，这个数值会偏低。表面水含量是用阿贝折射仪来测定的。

例2

镜片由下面所列的单体组分A和稀释剂组分B制得。所用的A：B的比例为85：15（重量比）。

A．甲基丙烯酸羟乙酯（HEMA）	90%
N-乙烯基吡咯烷酮（NVP）	4.5 %
甲基丙烯酸（MAA）	3.6 %
TMT（三羟甲基丙烷甲基丙烯酸三酯）	1.7 %
过碳酸异丙酯（SIP）	0.2 %

B．稀释剂= 水

单体混合物脱气之后在熟化之前装入一系列模中，模按例1 中的方法制备。熟化的方法为在1 小时之内把模具及其所盛物质自75℃升温至99.9℃，然后在120 ℃下第二次熟化15分钟。把带镜片的凸状模浸入2 % 重碳酸钠溶液中30分钟。取出时，镜片的总含水量为60% ，厚度为0.1 毫米时的撕裂强度为400 毫米食盐水柱高。在镜片表面上用阿贝折射仪测出的含水量分别为，前表面76% ，背面61% 。

例3

本例按与例2 相同的方法进行，但所用的稀释剂 B为1 ：1 的水与甘油的混合物， A： B的比率为85：15。所制得的镜片的总含水量为61% ，其撕裂强度在厚度为0.1 毫米时为400 毫米食盐水溶液柱高。前表面含水量为79% ，背面含水量为62% 。

例4

本例按与例3 相同的方法进行，但 A： B的比率为63：37。所制得的镜片的含水量为68% ，其撕裂强度在厚度为0.1 毫米时为380 毫米食盐水柱高。前表面含水量为79% ，背面含水量为68% 。

例5

本例按与例2 相同的方法进行，但其中 A组分为：

HEMA	85%
NVP	6.8%
MAA	5.9%
TMT	1.7%
甲基丙烯酸烯丙基酯	0.4%
SIP	0.2%
甲基丙烯酸甲酯（MMA）	A部分总重的4 %

B组分是水

所用的比率为：　　（A+ MMA）：B=63 ：37

最终镜片的总含水量为73%，厚度为0.1 毫米时的撕裂强度为320 毫米食盐水柱高。前表面含水量为84%，背面为74%。

例6

本例与例5 的差别仅在于：(1) B稀释剂组分为水与甘油的1 ：2 的混合物；(2)（A+ MMA）：B的比率为63：37；(3) 使镜片从模上脱离下来的方法也不同。最终镜片的总含水量为69%，0.1 毫米厚时的撕裂强度为320 毫米食盐水柱高。前表面含水量为85%，背面70%。镜片的撕裂强度与例9 的镜片的撕裂强度相同，镜片在60℃的去离子水中浸泡10分钟取出得快一些。自模表面上分离下来后，镜片用2 % 的重碳酸钠溶液处理。

例7

本例按与例6 相同的方法进行，但其中 B组分1 ：4(重量比)的水与甘油的混合物，（A+ MMA）：B的比率为45：55。最终镜片的总含水量为74%，0.1 毫米厚时的撕裂强度为280 毫米食盐水柱高。前表面含水量为90%，背面为75%。

例8

本例的目的是显示用乙二醇作为 B组分。例8 程序中的唯一变量是 B组分所占的比例。下表给出了（A+ MMA）：B的各种不同比例所产生的结果。

（A+ MMA）：B	撕裂强度（毫米食盐水）(0.1 毫米厚)	总含水量	表面含水量	
			前表面	背面
(a) 75：25	300	68 %	91	67
(b) 63：37	280	75 %	88	76

(c)	40 ：60	140	77 %	87	76

本例证明，由于随着稀释剂比例的增加，含水量急剧上升使撕裂强度变差，避免使用过多稀释剂很重要。

例9

重复例6 ，熟化过程做了修改。模具及其所盛物在4 小时内由40℃加热至99 .9℃，然后在120 ℃上进行第二次熟化15分钟。最终镜片所测的性能与例6 中的镜片没有显著的、可测出的差异。

例10

本例按与例2 相同的方法进行，但其中镜片是用水处理法和碱处理法(与例6 相同)分离的，而且A组分为：

H EM A	84 .5%
N V P	6 .8%
M A A	6 .8%
TM T	1 .7%
S I P	0 .2%

最终镜片的含水量为61% ，厚度为0 .1 毫米时其撕裂强度为300 毫米食盐水柱高。前表面含水量为76% ，背面为60%

例11

本例与例10的差别仅仅在于用甘醇的硼酸酯代替了水来作为稀释剂。最终镜片测不出差别来。

例12

本例按与例10相同的方法进行，但其中A组分不同。

A组分为

H EM A	84 .7%
N V P	6 .8%

MAA	5.9%
聚乙二醇(400)甲基丙烯酸二酯	1.9%
甲基丙烯酸烯丙基酯	0.4%
SIP	0.3%

最终镜片的总含水量为77%，撕裂强度为300毫米食盐水柱(厚度为0.1毫米)。前表面含水量为96%，背面为68%。

上述例子和其它实验工作表明，SIP的浓度自0.1%至0.4%的变化，熟化时间的变化(如上述例子中所做的变化)，以及稀释剂性能的变化只对镜片的机械强度产生相对很小的影响。从我们的实验工作来看，最好通过选择原料的比例和条件来制备总含水量至少为60%而不高于75%的镜片。厚度为0.1毫米时撕裂强度至少要达到280毫米食盐水柱高，最好不要低于320毫米食盐水柱。例如例8(c)中得到的含水量为77%撕裂强度为140毫米食盐水柱高，这种结合结果由于太脆而无法作为可销售的镜片。

氧通过能力与镜片的厚度和含水量有关。按本发明的方法方法制出的中心厚度为0.086至0.142毫米的镜片的氧通过能力将高于过去的软隐形镜，而且只要含水量在60%至75%之内，氧通过能力将不会出问题。

在例1至12中所显示的是铸造混合物、熟化条件的各种变化，而其中所用的都是玻璃凸状模和聚丙烯凹状模。

下面的例子演示熟化温度、模具材料、和水合方法的变化对熟化出来的聚合物的表面含水量的影响。与例1至例12一样，铸造混合物由组分A和组分B组成。所有下例中的组分A都具有下列成份：

HEMA	81.56%
MAA	5.61%
NVP	6.52%
三羟甲基丙烷甲基丙烯酸酯	1.63%

甲基丙烯酸烯丙基酯	0.42 %
S I P	0.33 %
甲基丙烯酸甲酯	3.83 %

除例13之外，下面所有例子中的A： B之比例都是60.08 ：39.92 。

在例13中， A： B的比例为63：37。

组分 B为水与甘油的混合物，比例为1 份水配两份甘油。

作为标准，所用熟化条件为在1.25小时之内在热空气循环烘箱内使温度自65℃升至99.9℃，然后维持119 ℃温度30分钟。粘附着镜片的玻璃模被置入60℃的去离子水中10分钟以使镜片自由漂浮。标准的水合条件为在68℃的2 % 重碳酸钠溶液中浸泡30分钟。

例13

1985年2 月，用凸状玻璃模和凹状聚丙烯模在标准的熟化和水合条件下制备五个镜片，然后在食盐水中贮存。1985年12月把镜片从食盐水中取出并用阿贝折射仪测定表面含水量。五个镜片所测得的平均值为：

	nd	% H_2O
镜片前表面（ 与聚丙烯接触 ）	1.365	81.3
镜片背面（ 与玻璃接触 ）	1.3835	70.2

例14

1986年1 月将8 个镜片按与例13相同的方法铸造、熟化并水合，但其中所用的稀释剂的量为40% 。

例14中的平均值为：

	nd	% H_2O
镜片前表面（ 与聚丙烯接触 ）	1.363	82.5
镜片背面（ 与玻璃接触 ）	1.3818	72.6

例15

为估价平板作为鉴别模表面是否合适，我们做了一系列对比试验，其

中包括把单体混合物在下述材料之间铸造：

(a) 两块玻璃板

(b) 两块聚丙烯板

(c) 两块玻璃板，用紫外光熟化1 小时，辐射密度为765 W/ M^2（瓦/ 米^2）

(d) 玻璃板和聚丙烯板

(e) 玻璃板和聚丙烯板在50℃水中熟化24小时

(f) 玻璃板和聚丙烯板用紫外光熟化1 小时，辐射密度为765 W/ M^2（瓦/ 米^2）。(a)、(b) 和(d) 用标准方法熟化。单体放置在两板之间被塑料垫圈所确定的空间之内，这几片东西被弹簧夹夹在一起。

用上面介绍的方法在水合之后对熟化材料做表面测量的结果如下：

	nd	% H_2O
(a) 两块玻璃板	1.3895	66.8
	1.390	66.6
(b) 两块聚丙烯板	1.376	74.8
	1.376	74.8
(c) 两块玻璃板	1.383	70.5
(紫外光熟化)	1.383	70.5
(d) 玻璃板	1.3865	68.6
聚丙烯板	1.376	74.8
(e) 玻璃板	1.3775	74
聚丙烯板	1.3445	79
50℃水中熟化24小时		
(测定时材料熟化不充分)		
(f) 玻璃板(紫外光熟化)	1.38	72.4
聚丙烯板	1.356	87.2

前三个试验显示用相同表面在相同条件下所得的含水量是如何相近。后三个试验只说明即使熟化条件不同，所得值会有差异，但所用的不同模表面仍会产生不同的固体/ 水含量。这些例子还显示了使用平板铸造表面来比较各铸造表面的价值。

例16

我们做了一系列试验检查熟化之后改变对玻璃/ 聚丙烯模具的处理方法所产生的效果。在试验中用标准方法来熟化单体混合物，但第二熟化(120℃、30分钟)步骤被其它方法取代，而且水合方法也改变了。在所有下列例子中，当模具被打开时，镜片是粘附在聚丙烯模上的。所用之条件及其结果如下：

	nd	% H_2O
(a) 模具通宵浸在	前1.359	85.4
65℃水中，用	后1.376	74.8
标准方法开启		
并水合		
(b) 与(a) 相同，但	前1.385	69.4
开启后用食盐	后1.405	60.5
水进行水合		
(c) 模具通宵浸在	前1.355	87.8
室温下水中，用	后1.379	73.0
标准方法开启并		
水合		
(d) 与(c) 相同，但	前1.376	74.8
开启后用食盐水进行水合	后1.402	60.6

上述例子说明，从模中分离镜片的方法和水合方法都会引起总平均含水量的变化，但比较(a) 与(b) 和(c) 与(d) 可见这些对含水量差的影响

极小。这说明铸造表面对决定两铸造表面之间的含水量差起重要作用。

从凹状聚丙烯模中分离镜片更容易损坏镜片，所以我们倾向于在用玻璃凸状模和凹状聚丙烯模时第二次熟化在120 ℃下进行，这样当分离模具时镜片将粘附在凸状玻璃模上。

例17

为确定在熟化时温度是否可能影响表面的含水量，我们进行了两次铸造并在熟化过程中测定聚合物表面的温度。在这二次铸造中都使用了玻璃板和聚丙烯板作为铸造表面，其中一次在40℃水浴中熟化36小时，另一次在40℃空气中熟化36小时。铸板用标准方法水合，用阿贝折射仪所测的结果如下：

	nd	% H_2O
水熟化：聚丙烯	1.352	89.6
玻璃	1.3775	74.0
空气熟化：聚丙烯	1.345	79.0
玻璃	1.379	73.0

在两种过程中都没有测到聚合物表面温度的明显差异。

例18

下述例子显示了在标准条件下用不同板时的效果：

	nd	% H_2O
(a) 尼龙	1.371	78.9
聚丙烯	1.362	83.5
(b) 玻璃	1.379	73.0
聚乙烯（添加剂未知）	1.377	74.2
(c) 玻璃	1.3791	73
聚四氟乙烯	1.367	80.4

与聚四氟乙烯板相接触的表面很难测量，上面给出的值是近似值。

(d) 玻璃A	1.3783	73.5
玻璃B	1.3783	73.5

玻璃A的厚度是玻璃B的两倍。

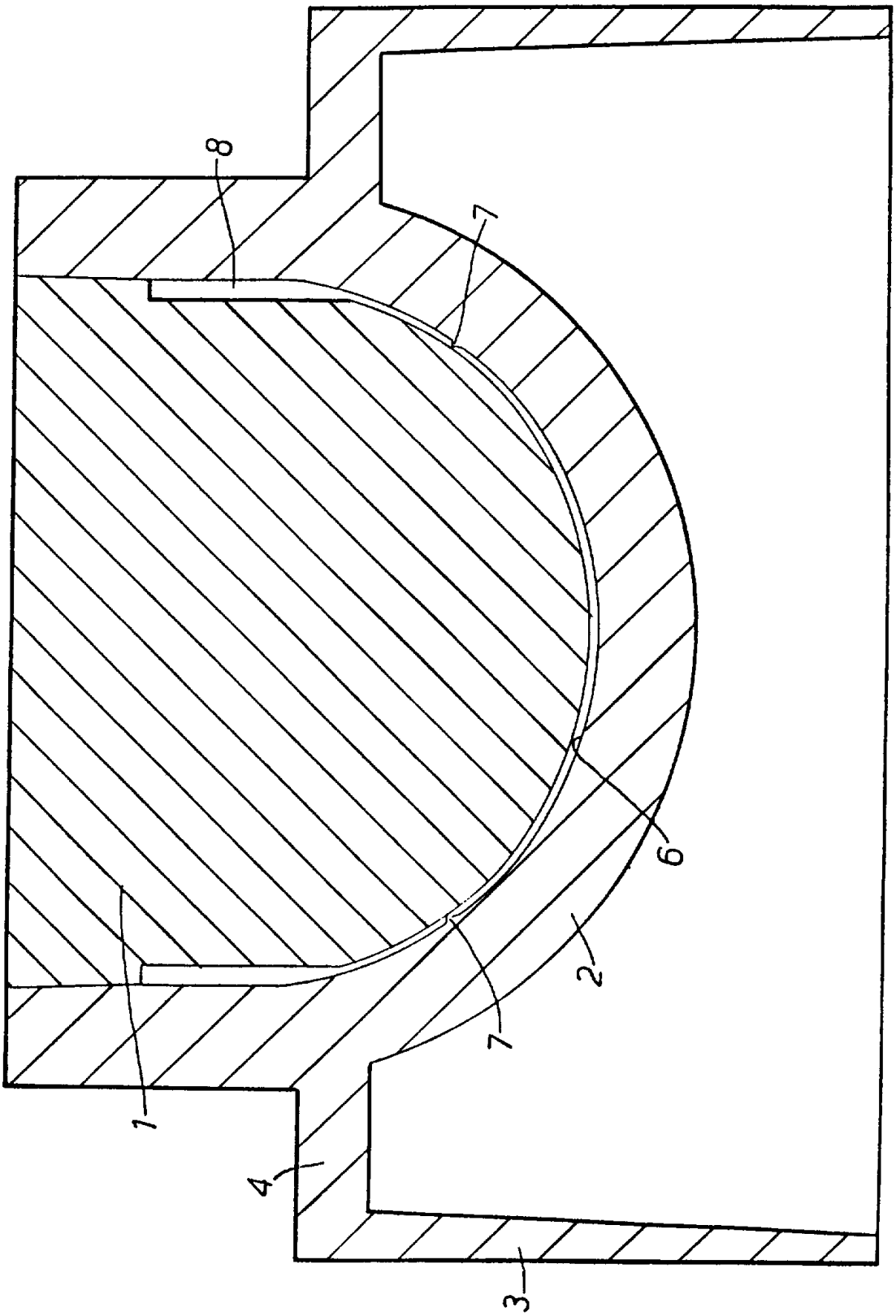
由上面可以看出，在尼龙和聚丙烯以及玻璃和PTFE之间进行铸造是可以得到显著的含水量差的，但在玻璃和特殊聚乙烯样品之间却不可能。因此，在考虑使用模表面的替换材料时，用上述的方式铸造试件并将其与在诸如玻璃和聚丙烯之间制出的试件的性能作比较是十分重要的。

由于例18(b)中在玻璃板和聚乙烯板之间制出的样品的测定结果给出了折射指数差，而这可能是一面或两面的实验误差造成的，我们又用高密度聚乙烯(赫希斯特GA 72604)(Hoechst)以注塑成型法制做了三个凹状模，并用它们和凸状玻璃模一起按例14的镜片制造法制造镜片。所得结果如下：

	nd	% H_2O
(a) 组模 聚乙烯	1.374	76
玻璃	1.376	75.8
(b) 组模聚乙烯	1.371	77.8
玻璃	1.374	76.0
(c) 组模 聚乙烯	1.3700	78.5
玻璃	1.3765	75.5

与例14比较，甚至拿(c)组模所产生的差做比较，结果说明玻璃/聚丙烯模组可产生显著的折射指数差。所用这一等级的聚乙烯的行为显然与聚丙烯不相等，而且尽管某些种聚乙烯有可能造出可用的镜片，显然它不会比聚丙烯受欢迎。

图 1



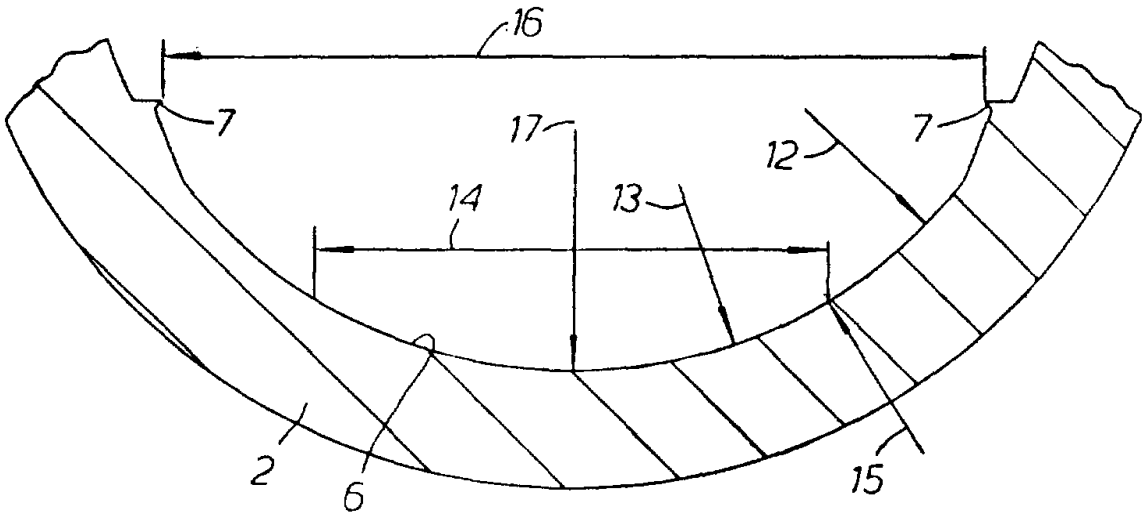


图 2.

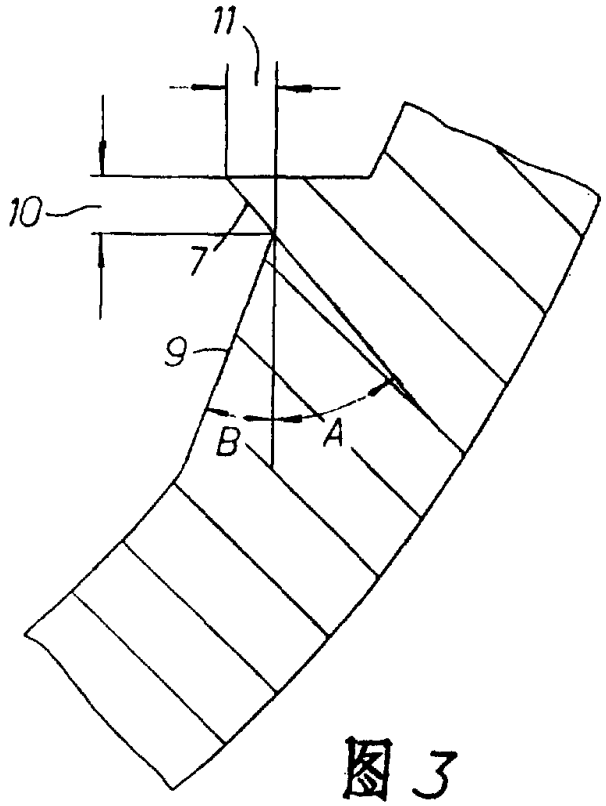


图 3

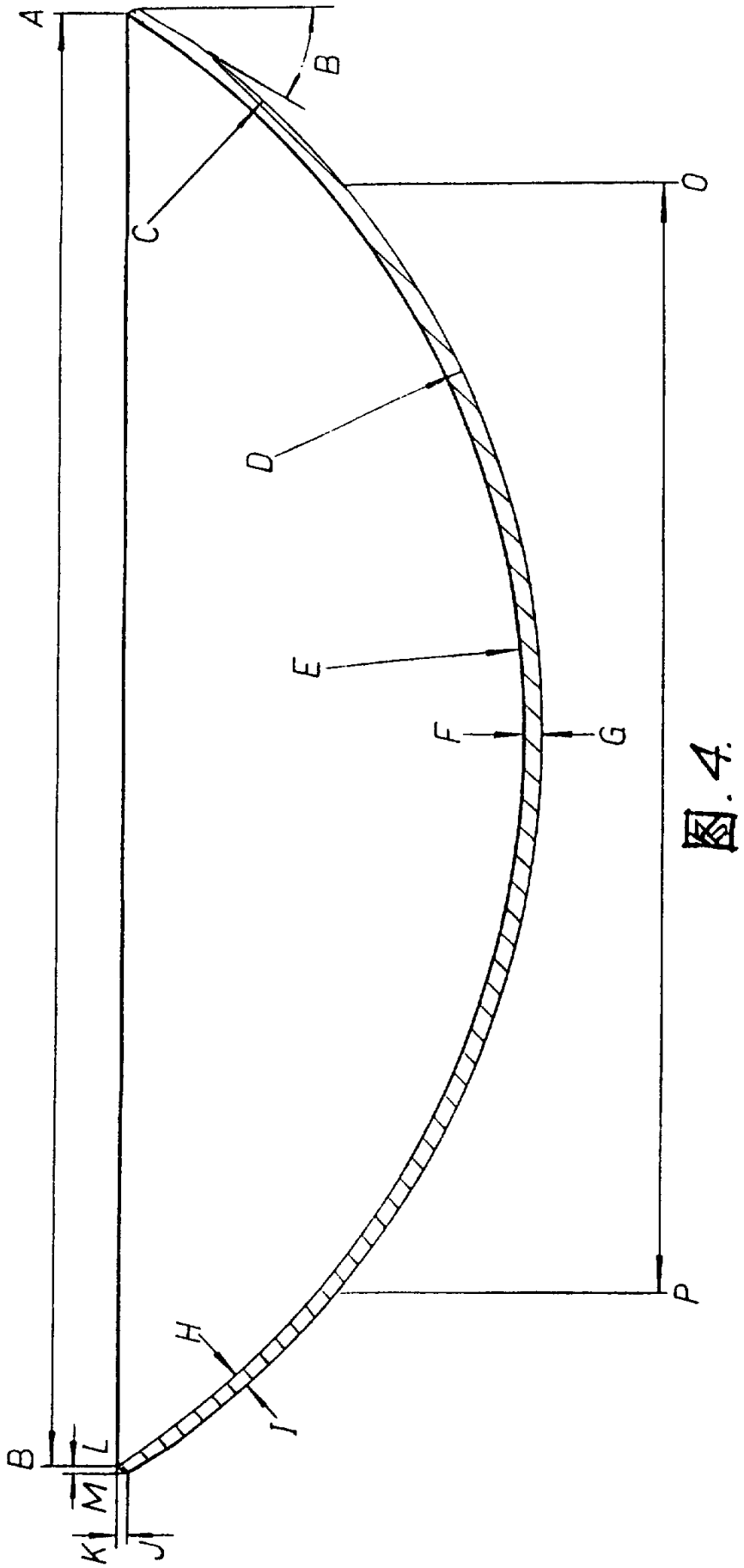


図. 4.

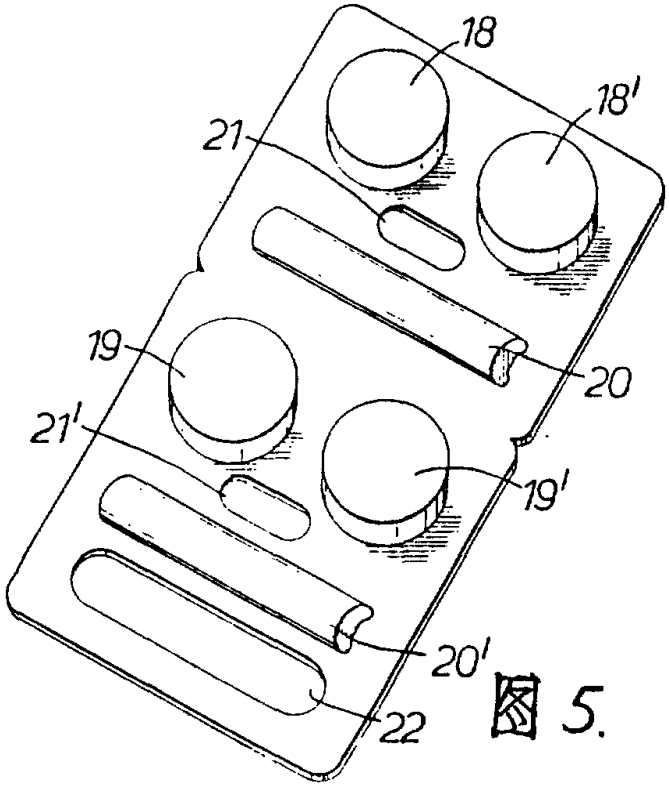

18
18'
21
19
20
21'
19'
20'
22

图 5.

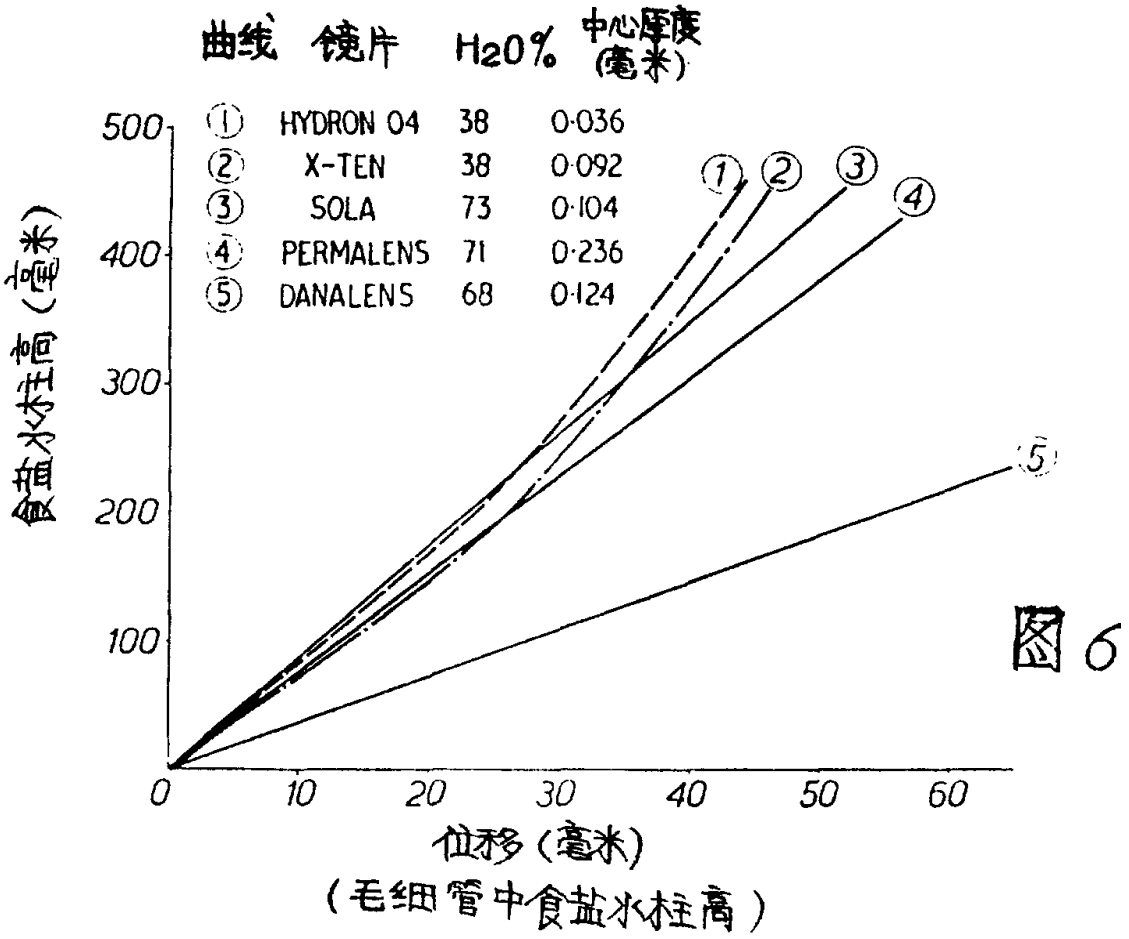

曲线 镜片 H2O% 中心厚度(毫米)
① HYDRON 04 38 0·036
② X-TEN 38 0·092
③ SOLA 73 0·104
④ PERMALENS 71 0·236
⑤ DANALENS 68 0·124
500
400
300
200
100
0
10
20
30
40
50
60
位移(毫米)
(毛细管中食盐水柱高)

图 6